

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară

"Ion Ionescu de la Brad" din Iași

Facultatea de Agricultură

Învățământ deschis la distanță

D. BUCUR

P. SAVU

IRIGAREA CULTURILOR AGRICOLE

Manual de studiu

Iași - 2003

CUPRINSUL

I. Introducere.....	2
1.1 Definiția, obiectul și importanța disciplinei de irigare a culturilor.....	2
1.2 Particularitățile agriculturii irigate.....	3
II. Umiditatea în solurile irigate.....	4
2.1 Modalități de exprimare a umidității solului.....	4
2.2 Potențialul apei solului.....	7
2.3 Indicii hidrofizici ai solului folosiți în practica irigației.....	8
2.4 Accesibilitatea apei din sol pentru plante.....	15
III. Consumul de apă al culturilor irigate.....	17
3.1 Noțiuni generale despre consumul de apă din sol.....	17
3.2 Bilanțul apei în sol pe terenurile irigate.....	19
3.3 Determinarea consumului de apă al culturilor irigate.....	20
3.4 Productivitatea apei consumate.....	27
IV. Regimul de irigare a culturilor.....	29
4.1 Factorii care influențează regimul de irigare.....	29
4.2 Norma de irigare.....	30
4.3 Norma de udare.....	31
4.4 Numărul de udări în perioada de vegetație.....	35
4.5 Durata udării.....	35
4.6 Intervalul dintre udări.....	35
4.7 Momentul aplicării udării.....	36
V. Prognoza și avertizarea udărilor.....	40
VI. Tehnica irigației prin scurgere la suprafață.....	42
6.1 Cerințele și limitele folosirii raționale a irigației prin scurgere la suprafață.....	42
6.2 Amenajarea sectorului de irigație.....	43
6.3 Rețeaua provizorie din pământ.....	45
6.4 Folosirea conductelor transportabile în rețeaua provizorie de irigație.....	47
6.5 Dispozitive pentru dirijarea apei în rețeaua provizorie de irigație.....	48
6.6 Elementele tehnice ale udării prin brazde.....	49
6.7 Elementele tehnice ale udării prin fâșii.....	57
6.8 Organizarea aplicării udărilor prin scurgere la suprafață.....	59
VII. Tehnica irigației prin aspersiune.....	67
7.1 Caracteristicile metodei.....	67
7.2 Echipamente de udare prin aspersiune.....	68
7.3 Elementele tehnice ale udării prin aspersiune.....	77
7.4 Organizarea aplicării udărilor prin aspersiune.....	83
7.5 Folosirea udării prin aspersiune în scopuri speciale.....	92
VIII. Tehnica irigației prin submersiune.....	96
8.1 Caracteristicile metodei.....	96
8.2 Elementele tehnice ale irigației prin submersiune.....	97
IX. Tehnica irigației localizate.....	99
9.1 Irigarea prin picurare.....	99
9.2 Irigarea prin rampe perforate.....	104
9.3 Irigarea subterană.....	105
X. Tehnica irigației în condiții speciale de teren.....	109
10.1 Irigarea terenurilor cu aport freatic.....	109
10.2 Irigarea nisipurilor și a terenurilor nisipoase.....	110
10.3 Irigarea terenurilor cu pante mari.....	111
XI. Particularitățile exploataării agricole în amenajările de irigații.....	112
11.1 Structura culturilor pe terenurile irigate.....	112
11.2 Asolamentele în condiții de irigare.....	113
11.3 Lucrările solului pe terenurile irigate.....	114
11.4 Fertilizarea solului în condiții de irigare.....	115

11.5 Combaterea buruienilor pe terenurile irigate.....	116
XII. Irigarea principalelor culturi de câmp.....	117
12.1 Irigarea porumbului.....	117
12.2 Irigarea grâului de toamnă.....	120
Referate.....	122
Sinteză bibliografică.....	124

I. INTRODUCERE

1.1 Definiția, obiectul și importanța disciplinei de irigarea culturilor

1.2 Particularitățile agriculturii irigate

1.1 Definiția, obiectul și importanța disciplinei de irigarea culturilor

Caracteristicile climatice ale unor întinse zone fizico-geografice de pe Pământ determină în sol pentru intervale de timp diferite o umiditate insuficientă față de cerințele biologice și tehnologice ale plantelor de cultură, a cărei consecință directă este diminuarea recoltelor.

Ansamblul lucrărilor de îmbunătățiri funciare prin care se realizează aprovizionarea dirijată a solului cu cantități suplimentare de apă față de aportul natural, pentru asigurarea umidității optime creșterii și dezvoltării plantelor se numește irigație.

Irigarea culturilor reprezintă știința exploatării agricole a solurilor cultivate din sistemele de irigație.

Concomitent cu stabilirea soluțiilor tehnice și economice convenabile de asigurare a umidității solului la nivelurile și în dinamica cerințelor plantelor, irigarea culturilor are în vedere efectele complexe provocate prin aplicarea udărilor asupra raporturilor între factorii de vegetație, asupra evoluției proprietăților solului, a caracteristicilor microclimatului, a aspectelor social-economice etc și elaborează tehnologiile de cultivare pentru obținerea de recolte mari în condițiile menținerii fertilității ridicate a solului.

În strânsă interdependență cu caracteristicile hidrotehnice ale amenajării, disciplina de *Irigarea culturilor agricole* studiază relațiile ce se stabilesc între sol-apă-plantă-climă, regimul de irigație, tehnicile de irigare (udare) precum și particularitățile tehnologiilor agricole pe terenurile irigate.

Irigarea culturilor are o importanță practică decisivă în promovarea unei agriculturi moderne, de mare randament întrucât elimină în mare parte dependența recoltelor de caracterul aleatoriu al factorilor naturali, contribuie la obținerea de producții mari și de bună calitate, asigură exploatarea intensivă a terenurilor agricole etc.

1.2 Particularitățile agriculturii irigate

Agricultura irigată constituie o categorie specială de agricultură care se deosebește de agricultura neirigată, indiferent de zona pedoclimatică în care se practică. Specificitatea agriculturii irigate este relevată de unele caracteristici ce se situează pe o treaptă superioară față de agricultura neirigată.

Avantajele ce se creează prin cultivarea plantelor în regim irigat pot fi sintetizate după cum urmează:

- ✓ asigură obținerea de recolte mari și stabile prin posibilitatea controlării riguroase a factorilor de vegetație, realizarea simultaneității de acțiune a acestor factori și armonizarea influenței lor asupra creșterii și dezvoltării plantelor;
- ✓ oferă condiții favorabile cultivării pe aceeași suprafață de teren a 2 - 3 culturi într-un an;
- ✓ determină dezvoltarea zootehniei prin producerea unor cantități mari de furaje;
- ✓ permite folosirea mai completă a forței de muncă din agricultură, atât în sezonul de vegetație cât și în afara acestuia;
- ✓ favorizează dezvoltarea altor sectoare ale economiei, cu efecte benefice privind ocuparea forței de muncă;
- ✓ realizează disponibilități pentru exportul de produse agricole ș. a.

Desigur, avantajele agriculturii irigate sunt condiționate, printre altele, de calitatea apei de irigație, de eficiența folosirii apei la aplicarea udărilor, de ameliorarea și menținerea capacității de producție a solurilor irigate ș. a.

Calitatea apei de irigație trebuie apreciată în raport cu gradul de mineralizare și alcalinitatea acesteia, compoziția calitativă a sărurilor dizolvate, prezența și concentrația în apă a ionilor foarte nocivi pentru plante, gradul de toleranță a plantelor cultivate la salinitatea și alcalinitatea apei, proprietățile fizice și chimice ale solului irigat, condițiile de drenaj, ariditatea climatului, metoda de udare și regimul de irigație aplicat, nivelul de fertilizare a solului irigat ș. a.

Pentru folosirea eficientă a apei, în agricultura irigată se acționează prin reducerea pierderilor pe rețelele de aducțiune-distribuție, micșorarea volumelor de apă ce percolează profilul solului, se scurg la suprafață în afara perimetrului

irigabil sau se evaporă, precum și prin adaptarea adecvată a tehnicilor de udare și a regimului de irigație la caracteristicile locale ale regimului precipitațiilor.

O altă particularitate a agriculturii irigate, care se evidențiază, cu deosebire, când aplicarea udărilor și a tehnologiilor de cultivare în condiții de irigare sunt defectuoase, constă în tendința de diminuare insidioasă a capacității productive a pământului prin degradarea structurii, tasarea și reducerea permeabilității solului, micșorarea conținutului și calității humusului, levigarea substanțelor nutritive în straturile adânci, erodarea stratului arabil etc. Pentru a nu degrada fertilitatea solului, sunt necesare măsuri și lucrări, între care cele mai importante sunt:

- ✓ determinarea riguroasă, în funcție de starea de umiditate a solului, a momentului de executare a lucrărilor agrotehnice cu agregatele agricole;
- ✓ afânarea adâncă a solului la intervale de timp de 3 - 5 ani;
- ✓ aplicarea îngrășămintelor organice în doze mărite, care să substituie parțial sau total unele îngrășăminte chimice;
- ✓ stabilirea și aplicarea normelor de udare astfel ca procesele de eroziune prin irigație și de pierdere a apei de irigație prin percolarea stratului activ să fie minime;
- ✓ menținerea sub observație a nivelului apei freatice pentru evitarea ridicării acestuia deasupra adâncimii critice de salinizare secundară.

Întrebări recapitulative

- ▶ În ce constă superioritatea cultivării plantelor în condiții de irigare ?
- ▶ Care sunt principalele elemente ce condiționează obținerea acestor avantaje ?
- ▶ Enumerați principalele măsuri și lucrări care asigură prevenirea degradării fertilității solului în agricultura irigată.

II. UMIDITATEA ÎN SOLURILE IRIGATE

2.1 Modalități de exprimare a umidității solului

2.2 Potențialul apei solului

2.3 Indicii hidrofizici ai solului folosiți în practica irigației

2.4 Accesibilitatea apei din sol pentru plante

2.1 Modalități de exprimare a umidității solului

Cantitatea de apă existentă la un moment dat în sol reprezintă umiditatea (W) sau conținutul de apă al solului. Determinarea umidității solului se poate face prin mai multe procedee între care, cea mai largă răspândire o are metoda directă, care constă în prelevarea din câmp a probelor de sol, cântărirea acestora în stare umedă, uscarea lor în etuvă la 105 °C, cântărirea probelor uscate și apoi stabilirea conținutului de apă din sol.

În practică se folosesc diferite forme de exprimare a umidității solului, care se prezintă în cele ce urmează.

Umiditatea gravimetrică sau *masică* (w_g, w) constituie cantitatea de apă din sol exprimată în procente față de masa solului uscat:

$$w_g = \frac{a}{s} \cdot 100 \quad (2.1)$$

în care:

w_g este umiditatea gravimetrică, în % g/g;
 a - cantitatea de apă din proba analizată, în g;
 s - cantitatea de sol uscat din proba analizată.

Umiditatea volumetrică (w_v) reprezintă conținutul de apă exprimat în procente din volumul solului, adică cm³ apă la 100 cm³ sol (cm³/100 cm³) sau grame apă la 100 cm³ sol (g/100 cm³). Se poate calcula cu relația (2.2).

$$w_v = w_g \cdot DA \quad (2.2)$$

în care:

w_v este umiditatea volumetrică, în % v/v;
 w_g - umiditatea gravimetrică, în % g/g;
 DA - densitatea aparentă, în g/cm³.

Exprimarea umidității solului sub forma volumetrică este mai sugestivă deoarece se apreciază, în general, că sistemul radicular al plantei explorează un volum anumit de sol și nu o masă anumită de sol.

Umiditatea ca rezervă de apă în sol (w_r) reprezintă cantitatea de apă existentă într-un strat de sol de o anumită grosime și o întindere de 1 ha.

$$w_r = w_v \cdot H = w_g \cdot DA \cdot H \quad (2.3)$$

în care:

w_r reprezintă rezerva de apă din sol, în m³/ha sau t/ha;
 w_v - umiditatea volumetrică, în % v/v;
 w_g - umiditatea gravimetrică, în % g/g;
 H - grosimea stratului considerat, în cm;
 DA - densitatea aparentă, în g/cm³.

Umiditatea ca strat de apă (w_s) exprimă înălțimea în mm a coloanei de apă (mmCA) rezultată din cantitatea existentă într-un strat de sol de o anumită grosime.

$$w_s = \frac{w_r}{10} \quad (2.4)$$

în care:

w_s este umiditatea solului ca strat de apă, în mmCA sau l/m²;
 w_r - rezerva de apă în stratul de sol considerat, în m³/ha sau t/ha;

Umiditatea solului ca strat (rezervă) de apă accesibilă plantelor (w_{sa}) care rezultă din diferența între umiditatea solului exprimată ca strat (rezervă) de apă (w_s) și umiditatea corespunzătoare coeficientului de ofilire, exprimată ca strat (rezervă) de apă (CO_s).

$$w_{sa} = w - CO_s \quad (2.5)$$

Starea de umezeală a solului mai poate fi exprimată și sub forma *deficitului de umiditate*:

$$w_{sd} = CC - w_s \quad (2.6)$$

în care:

w_{sd} este deficitul de umiditate din sol exprimat ca strat de apă, în mm; l/m²;
 CC_s - capacitatea de câmp exprimată ca strat de apă, în mm; l/m²;
 w_s - umiditatea solului exprimată ca strat de apă, în mm; l/m².

C. Chiriță (1962) a propus pentru aprecierea stării de umiditate a solului folosirea indicelui de umiditate, parametru util, mai ales, atunci când se compară soluri cu însușiri hidrofizice diferite.

$$I_u = \frac{w - CO}{CC - CO} \cdot 100 \quad (2.7)$$

în care:

I_u este indicele de umiditate, în %;
 w - umiditatea solului, în % g/g;
 CO - coeficientul de ofilire, în %g/g;
 CC - capacitatea de câmp, în mm; l/m²;
 w_s - umiditatea solului exprimată ca strat de apă, în mm; l/m².

Pentru interpretarea valorilor (I_u) la solurile cu textura mijlocie se folosesc datele din tabelul 2.1.

Tabelul 2.1

Clasele de valori ale indicilor de umiditate (după Chiriță C., 1962)

Simbol	Semnificația stării de umiditate a solului	I_u (%)
I	Umiditate inaccesibilă	< 1
A ₁	Umiditate foarte greu accesibilă	1 - 20
A ₂	Umiditate moderat-greu accesibilă	21 - 50
A ₃	Umiditate ușor accesibilă	51 - 90
A ₃₊	Umiditate foarte ușor accesibilă	91 - 100
E	Umiditate în exces	> 100

Umiditatea solului poate fi exprimată aproximativ și pe baza aprecierii organoleptice în câmp, conform indicațiilor din tabelul 2.2.

Tabelul 2.2

Aprecierea organoleptică a umidității solului
(după I.C.P.A., 1987)

Starea de	Caracteristicile organoleptice ale solului	Echivalare cu:
-----------	--	----------------

umiditate a solului		Indicele de umiditate (I_u)	pF
Uscat	Eliberează praf. Prin umezire se închide la culoare.	I	> 4,2
Reavăn	Lasă impresie de răceală la pipăit.	A ₁	3,6 - 4,2
Jilav	Umezește hârtia și degetele prin presare. Ușor plastic. Prin uscare se deschide la culoare.	A ₂	3,1 - 3,5
Umed	Umezește hârtia și chiar degetele fără presare. Plastic și aderent.	A ₃	2,6 - 3,0
Ud	Pelicule de apă vizibile. Prin presare separă picături de apă. Murdărește degetele.	A ₃₊	2,0 - 2,5
Saturat	Separă apă fără presare, uneori apa bălțește.	E	<2,0

2.2 Potențialul apei solului

Potențialul total al apei solului este echivalent cu lucrul mecanic ce trebuie cheltuit pentru a transporta reversibil și izotermic într-un punct dat din sol, o cantitate infimezimală de apă dintr-un volum de apă pură ce se găsește la presiunea atmosferică și la o cotă de referință convențională.

De fapt, potențialul total al apei solului reprezintă suma algebrică a unor potențiale componente (gravitațional, hidrostatic, matricial, osmotic etc) determinate, la rândul lor, de diferitele câmpuri de forțe ce acționează în condiții specifice asupra apei din sol.

Potențialul gravitațional (Ψ_g) datorat câmpului gravitației terestre este echivalent cu diferența de nivel între cota unui punct în care se află apa din profilul solului și cota altui punct conținut dintr-un plan orizontal ales convențional, de obicei la baza profilului.

Potențialul hidrostatic sau de presiune (Ψ_p) este efectul grosimii coloanei de apă ce apasă pe unitatea de suprafață în punctul considerat din masa de apă. Are, de asemenea, dimensiunea o lungime.

Potențialul matricial sau capilar (Ψ_m) este componentul principal al potențialului apei solului nesaturat și nesalin, rezultând datorită tensiunii superficiale ce se manifestă la limitele de separare aer-apă-sol, în spațiul lacunar al solului.

Potențialul osmotic (Ψ_o) apare ca urmare a substanțelor dizolvate în soluția solului și are valori semnificative, de asemenea negative, numai în solurile salin.

Suma potențialelor matricial și osmotic formează *potențialul umidității solului*, care reprezintă principala măsură a accesibilității apei pentru plante și se exprimă prin forța de sucțiune sau sucțiunea solului.

Sucțiunea este echivalentă cu forța de sugere necesară pe unitatea de suprafață (1 cm^2) pentru a extrage din sol o unitate de masă de apă (1 g) și a o transforma în apă liberă. Dacă apa are densitatea egală cu unitatea, atunci potențialul apei din sol, exprimat în erg/g, este numeric egal cu valoarea sucțiunii exprimată în bari ($1 \text{ bar} = 10^6 \text{ dyne/cm}^2$), adică în unități de presiune. Dar, presiunea poate fi

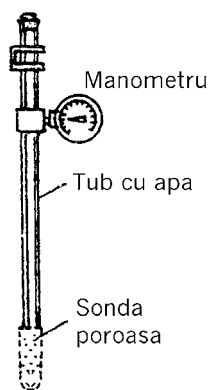


Fig. 2.1. Schema de principiu a tensiometrului

exprimată și în atmosfere ($1 \text{ atm} = 1,033 \text{ kgf/cm}^2 = 1013,25 \text{ dyne/cm}^2$) sau în centimetri înălțime coloană de apă ($1 \text{ cmCA} = 10^{-3} \cdot 0,968 \text{ atm}$).

Deoarece valorile sucțiunii variază în limite foarte mari, de la zero în solurile saturate, până la 10^7 cm coloană de apă, în solurile complet (de fapt aproape complet) uscate s-a adoptat exprimarea sucțiunii (la propunerea lui *Schofield*, 1935) prin valori pF , reprezentând logaritmul zecimal al înălțimii, în centimetri, a coloanei de apă care echilibrează

sucțiunea.

În câmpurile irigate sucțiunea poate fi pusă în evidență cu ajutorul tensiometrului. Tensiometrul (fig. 2.1) se compune dintr-un vas poros umplut cu apă, aflat în legătură hidrolică cu un vacuummetru care înregistrează depresiunea creată în interiorul instrumentului pentru echilibrarea sucțiunii solului, la introducerea în sol a vasului poros. Tensiometrele funcționează bine, asigurând determinarea precisă a sucțiunii solului, în intervalul umidității ușor accesibile plantelor.

2.3 Indicii hidrofizici ai solului folosiți în practica irigației

Principalele însușiri ale solului în raport cu apa și care interesează în mod deosebit la aplicarea irigației sunt: permeabilitatea pentru apă, capilaritatea și capacitatea de reținere a apei. Aceste însușiri hidrofizice ale solului pot fi evidențiate sub aspect cantitativ cu ajutorul unor parametri sau indici hidrofizici care caracterizează mișcarea apei în sol și precizează modificările semnificative în mobilitatea și accesibilitatea apei pentru plante. În practica irigației, valorile indicilor hidrofizici folosesc la alegerea tipului de amenajare, la stabilirea elementelor regimului de irigație, la determinarea elementelor tehnice ale udării etc.

Indicii permeabilității pentru apă. Permeabilitatea solului pentru apă este însușirea de a permite deplasarea și redistribuirea apei în profilul solului. Procesul de pătrundere a apei în sol, este cunoscut sub denumirea de infiltrație, care este în strânsă interdependență cu permeabilitatea ce controlează nemijlocit infiltrația.

Pătrunderea și mișcarea apei în sol depind de porozitatea totală, mărimea porilor, textura și starea structurală a solului, conținutul de apă din sol etc. Între indicii care permit estimarea cantitativă a permeabilității solului pentru apă, viteza de infiltrație prezintă cea mai mare importanță în legătură cu aplicarea irigației.

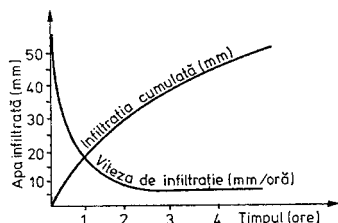


Fig. 2.2 Reprezentarea grafică a infiltrației apei în sol

Viteza de infiltrație reprezintă volumul de apă pătruns în sol pe unitatea de suprafață în unitatea de timp. Viteza de infiltrație este variabilă în timp. La începutul procesului de pătrundere a apei în sol, viteza este mai mare, se diminuează rapid în prima perioadă, apoi descreșterea devine mai lentă pentru că după un timp de câteva ore să se stabilizeze (fig.

2.2), fiind practic egală cu conductivitatea hidraulică saturată a solului respectiv.

Conductivitatea hidraulică a solului (K) reprezintă viteza (V) de deplasare a apei prin spațiul lacunar saturat, la un gradient hidrostatic (I) egal cu unitatea. Așadar:

$$K = \frac{V}{I} = V \quad \text{sau} \quad V = K \cdot I \quad (2.8)$$

Conductivitatea hidraulică este constantă pentru un anumit sol (rocă) și are valori cuprinse între 10^{-6} cm/s în solurile greu permeabile și 10^{-3} cm/s în solurile foarte permeabile.

Pentru solurile care, obișnuit nu se umezesc la starea de saturație totală, conductivitatea hidraulică nu mai este constantă ci o funcție de umiditate, numită conductivitate hidraulică a solului nesaturat (coeficient de permeabilitate). Prin urmare, rezultă că în mod riguros, viteza finală de infiltrație nu trebuie confundată cu viteza de filtrație întrucât, după câteva ore de la începutul infiltrației când viteza începe să se stabilizeze, saturarea cu apă a solului nu este completă (100 %) datorită unui volum oarecare de aer care a rămas blocat în spațiul lacunar.

S-a convenit să se considere viteza de infiltrație stabilizată sau viteza finală de infiltrație (V_f) la valorile, exprimate în mm/oră, determinate după 3 ore sau 6 ore de la începutul procesului de infiltrație a apei în sol.

Viteza finală de infiltrație se diferențiază mult în funcție de porozitatea solului, de mărimea, forma și natura particulelor solide, prezenta sau absența crustei și starea de structurare a solului, temperatura apei, metoda de udare etc. De exemplu, metoda de udare provoacă diferențierea vitezei finale de infiltrație după modalitatea în care se desfășoară procesul de pătrundere a apei în masa solului: la aspersiune și submersiune aproape exclusiv pe direcție verticală, la udarea prin brazde atât pe verticală cât și lateral. De regulă, viteza finală de infiltrație este mai

mică de 10 mm/oră pentru solurile grele, între 10 - 20 mm/oră pentru cele mijlocii și mai mare de 20 mm/oră pentru cele ușoare (Vl. Ionescu Sisești, 1982).

Uneori se impun intervenții pentru modificarea vitezei de infiltrație prin lucrări de sporire a gradului de afânare a solului (arăturile adânci, sacrificările, aplicarea îngrășămintelor organice etc) în cazul solurilor cu permeabilitatea mică și prin lucrări de colmatare, compactare și aplicare a îngrășămintelor organice în cazul solurilor nisipoase.

În tehnica irigației, valorile vitezei finale de infiltrație sunt necesare la stabilirea metodei de udare și a elementelor tehnice ale udării. În acest scop, determinarea vitezei de infiltrație a apei în solurile de pe suprafețele irigabile trebuie făcută în condiții cât mai apropiate de cele în care se aplică udarea (starea de acoperire cu vegetație, umiditatea momentană a solului, metoda de udare etc).

Pentru udarea prin brazde viteza de infiltrație se determină în regim dinamic, după cum urmează:

- ✓ se alimentează trei brazde de udare cu aceleași debite de apă;
- ✓ pe brazda mijlocie se individualizează un tronson de 30 - 50 m la ale cărei extremități se măsoară periodic debitul de intrare (q_1) și debitul de ieșire (q_2) efectuându-se de fiecare dată și diferența între cele două debite ;
- ✓ când valoarea debitului $q_{inf} = q_1 - q_2$ rămâne nemodificată (constantă), se poate calcula viteza finală de infiltrație folosind relația (2.9):

$$V_f = 3600 \cdot \frac{q_{inf}}{l \cdot d} \quad (2.9)$$

în care:

- V_f este viteza finală de infiltrație a apei în brazdă, în mm/oră;
- q_{inf} - debitul infiltrat, în l/s;
- l - lungimea tronsonului de brazdă, în m;
- d - distanța între brazde, în m.

În cazul udării prin submersiune sau prin fâșii, viteza de infiltrație poate fi determinată în regim static prin metoda ramelor sau a cilindrilor-infiltrometre.

La udarea prin aspersiune, viteza de infiltrație prezintă unele particularități întrucât în acest caz, pătrunderea apei în sol este influențată atât de însușirile solului, calitatea apei, gradul de acoperire cu vegetație etc, cât și de caracteristicile tehnico-funcționale ale instalațiilor folosite și mai ales, de parametri ploii aspersate. De aceea, determinarea vitezei de infiltrație în regim de aspersiune se bazează pe stabilirea corelației între intensitatea ploii aspersate, infiltrația apei în sol și cantitatea de apă ce trebuie distribuită prin aspersiune în timpul unei udări, cu condiția să nu se formeze bălți sau scurgeri de apă la suprafață.

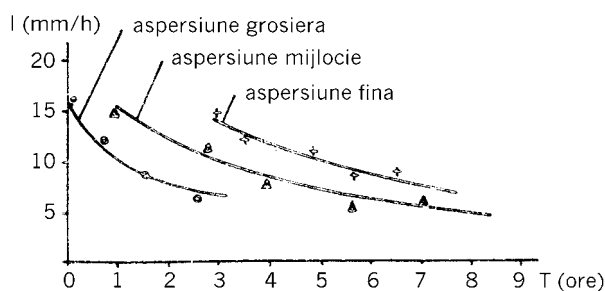


Fig. 2.3 Curbe de variație ale infiltrației $I=f(t)$, la udarea prin aspersiune

Pentru culegerea datelor, se folosește un stand din două aripi de udare pe care se instalează aspersoare, astfel alese încât să ejecteze apa în 4 - 5 variante de intensități și 3 variante de granulometrie. La fiecare variantă având intensi-

tatea (I_i), se cronometrează timpul de funcționare (t_i) până când suprafața terenului începe să sclipească. Se obțin astfel o serie de valori (I) și (t), care reprezentate într-un sistem de axe de coordonate, permit trasarea curbelor de variație $I = f(t)$ ce exprimă dinamica procesului de infiltrație la irigația prin aspersiune (fig. 2.3).

Viteza de infiltrație se citește pe curba de variație la valoarea intensității ploii aspersate (I) care satisface condiția:

$$I \cdot t \geq m \quad (2.10)$$

în care:

- I - este intensitatea ploii aspersate, în mm/oră;
- t - durata de aspersiune, în ore;
- m - norma de udare, în mm.

Ascensiunea capilară. Capilaritatea solului este însușirea determinată de interacțiunea dintre tensiunea superficială a apei și pereții spațiului microlacunar din sol și care se manifestă prin ascensiunea lichidului la înălțimi cu atât mai mari cu cât porozitatea este mai fină. Valoarea cantitativă care definește capilaritatea solului este înălțimea de ascensiune capilară (h_c):

$$h_c = \frac{2 \cdot \sigma}{r \cdot g \cdot \rho_a} \quad (2.11)$$

în care:

- h_c - este înălțimea ascensiunii capilare, în cm;
- σ - tensiunea superficială a apei, în $\sigma \approx 24$ dyne/cm²;
- r - raza tubului capilar, în cm;
- g - accelerația gravitației, în 981 cm/s²;
- ρ_a - densitatea apei, în $\rho_a \approx 1$ g/cm³ la 20 °C.

Înlocuind în relația (2.14) valorile σ , g și ρ_a se obține:

$$h_c = \frac{0,154}{r} \quad (2.12)$$

Înălțimea ascensiunii capilare în sol, determinată cu relația (2.12), reprezintă doar o valoare orientativă întrucât porozitatea capilară a solului nu este formată din cilindri cu secțiune constantă.

Mulțimea capilarelor umezite într-un strat de sol formează așa numitul franj capilar. Franjul capilar se evidențiază în legătură directă cu nivelul apei freatice (franj capilar sprijinit), dar poate să se formeze în zona nesaturată din sol și prin producerea precipitațiilor sau la aplicarea irigației (franj capilar suspendat).

S-a constatat că înălțimea franjului capilar deasupra stratului acvifer freatic variază dependent de textură, de la câțiva decimetri în cazul nisipurilor și solurilor nisipoase, la 3 - 5 m pentru argile și solurile grele.

Consumul de apă din franjul capilar, format deasupra nivelului apei freatice, de către rădăcinile plantelor sau prin evaporație este completat permanent prin aportul din zona saturată a stratului acvifer freatic. Mărimea aportului de apă freatică în sol este controlată de textură și de adâncimea medie a nivelului freatic.

Pentru irigație, poziția franjului capilar în raport cu profilul solului prezintă interes deoarece condiționează oportunitatea irigației precum și modalitatea de aplicare a udărilor. Dacă franjul capilar este prezent în profilul solului aproape de suprafața terenului, stratul în care se dezvoltă masa principală de rădăcini este permanent umezit și irigația nu este necesară deoarece ar favoriza înmlăștinarea și ar accentua procesul de salinizare secundară. În acest caz se impun, de regulă, lucrări pentru eliminarea excesului de apă.

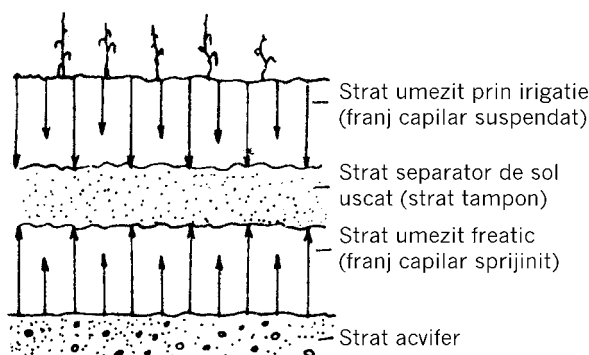


Fig. 2.4 Irigarea solurilor freatic umeze

Când franjul capilar apare periodic în profilul solului, completarea necesarului de apă pentru plante prin irigație se impune numai în intervalele de timp secetoase. În această situație, aplicarea udărilor trebuie făcută cu precauție, mai ales dacă

apa freatică este mineralizată. Franjul capilar suspendat, generat prin aplicarea irigației, nu trebuie să facă joncțiunea cu franjul capilar sprijinit pe apa freatică, între ele asigurându-se un strat de sol separator (fig. 2.4).

Poziția franjului capilar sub suprafața terenului la adâncimi (> 5 m) de la care nu poate influența umiditatea stratului activ de sol, nu mai impune restricții privind aplicarea irigației.

Indicii capacității solului de reținere a apei. Capacitatea solului de a reține apa este însușirea hidrofizică în virtutea căreia solul poate păstra în masa sa anumite cantități de apă corespunzătoare diferitelor trepte de umezire.

La o stare de umiditate foarte redusă, solul reține apa prin adsorbție numai pe suprafețele particulelor solide, cu sucțiuni ce depășesc în general 50 atmosfere. Această apă, numită *stabil legată*, nu poate fi folosită de plante și de aceea constituie rezerva fiziologic moartă.

Concomitent cu îngroșarea peliculelor de apă în jurul particulelor solide, ca urmare a creșterii umidității, forța de sucțiune se diminuează treptat de la 50 atm până la circa 0,3 atm. Apa reținută de sol în aceste condiții este apa peliculară sau apa *labil legată*. O parte din această apă, situată spre periferia peliculelor și reținută cu sucțiuni mai mici de 15 atm poate fi folosită de către plante.

La o umezire mai avansată, spațiul lacunar al solului conține *apa liberă* care cuprinde apa capilară și apa gravitațională.

Apa capilară este reținută durabil, cu sucțiuni mici în porii capilari ai spațiului lacunar, are mobilitate mare, mișcându-se în toate direcțiile datorită potențialului umidității solului, dinspre zonele mai umede spre cele mai uscate și este în întregime accesibilă plantelor. Această formă de reținere a apei în sol prezintă cel mai mare interes în practica irigațiilor.

Apa gravitațională se evidențiază efemer în profilul solului, în urma ploilor abundente sau al aplicării udărilor, după completarea celorlalte forme de reținere, circulând descendent sub acțiunea gravitației. Mișcarea gravitațională a apei în sol favorizează levigarea substanțelor nutritive sub profilul solului, dar poate avea și efecte benefice prin antrenarea sărurilor solubile în cazul solurilor saline.

Indicii hidrofizici ai capacității solului de a reține apa sunt noțiuni acceptate convențional, ce exprimă valori ale umidității solului la trepte de umezire la care mobilitatea și accesibilitatea apei pentru plante înregistrează modificări importante. Întrucât acești indici hidrofizici reprezintă valori ale conținutului de apă în sol, exprimarea acestora se poate face în modul arătat la paragraful 2.1.

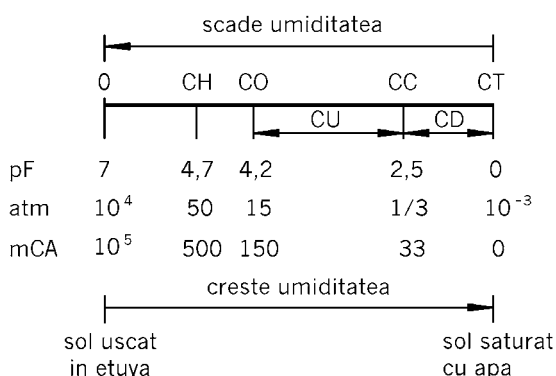


Fig. 2.5 Principalii indici hidrofizici ai capacității solului de reținere a apei și valorile sucțiunilor corespunzătoare

Principalii indici hidrofizici sunt prezentați schematic în figura 2.5 iar valorile orientative ale acestora pentru principalele soluri din România, în tabelul 2.1.

Coeficientul de higroscopicitate (CH) reprezintă umiditatea solului aflat în echilibru cu o atmosferă având umiditatea relativă de 94,3%.

Se folosesc pentru determinarea (CH) probe de sol - uscate la aer - ce se mențin

într-un exicator cu o soluție de acid sulfuric cu concentrația de 10% (metoda *Mitscherlich*). La valoarea (*CH*), sucțiunea este $pF = 4,7$ sau aproximativ 50 atm.

Valorile (*CH*) se diferențiază cu tipul de sol (tab. 2.1), depinzând în cea mai mare parte de conținutul de argilă și chiar de natura mineralogică a argilei.

Coeficientul de higroscopicitate se folosește la estimarea indirectă a texturii și pentru determinarea prin calcul a coeficientului de ofilire.

Coeficientul de ofilire (CO) reprezintă umiditatea solului sub care plantele se ofilesc ireversibil, marcând limita inferioară a umidității accesibile plantelor.

Valoarea medie a sucțiunii corespunzătoare coeficientului de ofilire este $pF = 4,5$ (15 atm).

Acest indice hidrofizic se determină uzual cu relația:

$$CO = 1,5 \cdot CH \quad (2.13)$$

în care:

CO este coeficientul de ofilire, în % g/g;

CH - coeficientul de higroscopicitate, în % g/g.

Ca și coeficientul de higroscopicitate, coeficientul de ofilire este dependent, în primul rând, de textură (conținutul de argilă) dar și de alți constituenți ai solului (humus, carbonat de calciu, săruri solubile).

Tabelul 2.1

Valori frecvente ale unor indici hidrofizici pentru principalele soluri agricole din România
(după *Canarache A.*, 1990)

Soluri	Coeficientul de ofilire <i>CO</i>	Capacitatea de câmp <i>CC</i>	Capacitatea totală <i>CT</i>	Capacitatea utilă <i>CU</i>	Capacitatea drenantă <i>CD</i>
Soluri bălane	5 - 9	19 - 25	38 - 42	14 - 18	15 - 19
Cernoziomuri	8 - 12	20 - 26	37 - 41	12 - 16	13 - 17
Cernoziomuri freatic umede	9 - 13	21 - 27	35 - 39	11 - 15	11 - 15
Cernoziomuri cambice	9 - 13	21 - 27	34 - 38	10 - 14	10 - 14
Cernoziomuri argiloiluviale	10 - 14	20 - 26	32 - 36	9 - 13	9 - 13
Soluri cenușii	7 - 11	18 - 24	29 - 33	10 - 14	8 - 12
Soluri brun roșcate	11 - 15	20 - 26	29 - 33	8 - 12	7 - 11
Vertisoluri și soluri vertice	16 - 20	26 - 32	34 - 38	8 - 12	6 - 10
Psamosoluri și alte soluri nisipoase	1 - 3	6 - 12	30 - 34	6 - 10	21 - 25
Soluri gleice	15 - 25	25 - 31	54 - 62	5 - 9	26 - 34

Capacitatea de câmp (CC) este indicele care exprimă umiditatea realizată și reținută în mod durabil într-un sol permeabil, neumezit freatic și omogen din punct de vedere textural, în urma umezirii lui în exces și după ce scurgerea în profunzime a excesului a devenit neglijabilă.

În general, la valoarea (*CC*) apa este reținută în sol cu sucțiunea $pF = 2,5$.

Textura și densitatea aparentă influențează în cea mai mare măsură (*CC*), ale cărei valori cresc odată cu majorarea conținutului de argilă din sol și se micșorează cu cât solul este mai tasat.

Capacitatea de apă utilă (CU) este indicele hidrofizic care evidențiază cantitatea de apă reținută în sol și care poate fi folosită de plante. Pe scara umidității solului (*CU*) reprezintă intervalul între (*CC*) și (*CO*), interval care se mai numește intervalul umidității active sau accesibile (*IUA*).

Capacitatea de apă utilă se determină prin calcul:

$$CU = CC - CO \quad (2.14)$$

în care:

- CU* este capacitatea de apă utilă, în % g/g;
- CC* - capacitatea de câmp, în % g/g;
- CO* - este coeficientul de ofilire, în % g/g.

Solurile lutoase și cele luto-nisipoase prezintă cele mai mari valori ale (*CU*). Capacitatea de apă utilă se diminuează la solurile grele și scade accentuat la solurile ușoare (tab. 2.1). De asemenea, (*CU*) scade mult la solurile tasate. În cazul solurilor organice și organo-minerale, (*CU*) crește odată cu creșterea conținutului de materie organică. Cu cât un sol are (*CU*) mai mare cu atât oferă condiții organizatorice mai favorabile pentru aplicarea irigației, deoarece permite norme de udare mai mari, care revin la intervale de timp mai lungi.

Capacitatea totală (CT) reprezintă cantitatea maximă de apă pe care o poate conține un sol în cazul umplerii complete cu apă a tuturor porilor. (*CT*) este umiditatea pe care o poate avea solul în stare de submersie sau sub nivelul apei freatice. Pe curba sucțiunii (*CT*) corespunde punctului în care $pF = 0$.

Capacitatea drenantă (CD) se mai numește și capacitate de cedare maximă a apei. Reprezintă intervalul între (*CT*) și (*CC*) încât:

$$CD = CT - CC \quad (2.15)$$

în care:

- CD* este capacitatea drenantă, în % g/g;
- CT* - capacitatea totală, în % v/v;
- CC* - capacitatea de câmp, în %g/g

2.4 Accesibilitatea apei din sol pentru plante

Din totalul de apă înmagazinată în sol, numai rezerva cuprinsă pe scara umidității între (*CO*) și (*CC*), adică apa corespunzătoare (*CU*) poate fi folosită de plante, fiind apă accesibilă, utilă. Desigur, plantele pot folosi și apa liberă care sporește umiditatea solului peste valoarea (*CC*) dar, după cum s-a precizat, această stare de umezeală are, de regulă, o existență de scurtă durată în profilul solului și din această cauză nu prezintă importanță practică pentru aprovizionarea plantelor cu apa necesară. Pe de altă parte, prelungirea duratei de existență în sol a

umidității superioare (CC) înrăutățește condițiile normale de aerație, termice și de activitatea microbiologică, stânjenind astfel creșterea și dezvoltarea plantelor.

Intervalul cuprins între (CO) și (CC) și care definește (CU) este, după cum s-a arătat, intervalul umidității active sau intervalul umidității accesibile (IUA).

Pentru plante în general și pentru culturile agricole în special, umiditatea la valoarea (CC) este cea mai favorabilă și în consecință, ar fi necesar ca prin irigație să se asigure menținerea permanentă pe durata de vegetație a acestei stări de umezire a solului ceea ce, în mod practic, nu se poate realiza cu tehnica actuală de irigație. De aceea, se admite pentru intervale de timp limitate diminuarea umidității solului sub (CC) până la o valoare la care recoltele să nu fie afectate. Acest prag inferior al umidității ușor accesibile se numește *plafonul minim al umidității optime* sau *plafonul minim de umiditate* (PM sau P_{min}).

(PM) marchează limita până la care este rațional să scadă umiditatea solurilor pe terenurile irigate. (PM) poate fi considerat și indicele hidrofizic care separă în (IUA) domeniul umidității greu accesibile de cel al umidității ușor accesibile plantelor. (PM) servește la calculul normelor de udare, a intervalului dintre udări și la determinarea momentelor de aplicare a udărilor.

Întrucât sucțiunea este mult influențată de textura și starea de tasare ale solului (vezi 2.2), este rațional să se stabilească (PM) diferențiat, în funcție de tipurile texturale de sol. Astfel:

$$(PM) = CO + f(CC - CO) = CO + f \cdot CU \quad (2.16)$$

în care:

PM	este plafonul minim al umidității optime, în % g/g;
CO, CC, CU	- au semnificațiile precizate anterior, în %g/g;
f	- fracție din intervalul umidității accesibile (IUA) pentru care <i>Canarache A.</i> (1990) recomandă următoarele valori:
$f = 2/3$	- pentru solurile nisipoase, nisipo-lutoase puternic tasate, luto-argiloase moderat și puternic tasate, solurile argiloase;
$f = 3/5$	- pentru solurile nisipo-lutoase slab sau moderat tasate și solurile luto-argiloase netasate sau slab tasate;
$f = 1/2$	- pentru solurile luto-nisipoase și lutoase.

În ce privește influența plantelor de cultură asupra (PM) este de observat că, pe solurile mijlocii, pentru majoritatea culturilor, limita inferioară a umidității solului la jumătatea (IUA) este corespunzătoare. La cartof și sfecla pentru zahăr cultivate în zonele mai umede este recomandabil (PM) cu câteva procente mai ridicat iar la lucerna cultivată în stepă, mai coborât (*Botzan M.*, 1966). De asemenea, se recomandă (PM) mai coborâte la varză și conopidă și mai ridicate la ceapă de apă, praz și ridichi. (PM) poate fi modificat și în funcție de faza de

vegetație adoptându-se de exemplu, valori mai mari la cartof în faza de creștere a tuberculilor sau la vița de vie în timpul înfloritului (*Ionescu Sisești* Vl., 1982).

(*PM*) se exprimă ca și ceilalți indici hidrofizici ai capacității solului de a reține apa, în: % g/g, % v/v, unități pF, m³/ha etc.

Întrebări recapitulative

- ▶ Definiți noțiunea de umiditate a solului și precizați modalitățile în care aceasta poate fi exprimată.
- ▶ Ce reprezintă potențialul umidității solului ?
- ▶ Descrieți modul de funcționare a tensiometrului.
- ▶ Cum se determină viteza de infiltrație apei în sol la udarea prin aspersiune ?
- ▶ Enumerați și definiți principalii indici hidrofizici ai capacității solului de reținere a apei.
- ▶ Care este semnificația plafonului minim al umidității solului ?

III. CONSUMUL DE APĂ AL CULTURILOR IRIGATE

3.1 Noțiuni generale despre consumul de apă din sol

3.2 Bilanțul apei în sol pe terenurile irigate

3.3 Determinarea consumului de apă al culturilor irigate

3.4 Productivitatea apei consumate

3.1 Noțiuni generale despre consumul de apă din sol

Consumul total al apei din solul acoperit cu vegetație include, atât evaporarea apei din masa solului cât și consumul prin transpirația plantelor.

La suprafața solului, evaporația apei depinde atât de factorii atmosferici (deficitul de saturație în vapori de apă, temperatură, radiație, vânt) care determină cerința de evaporație a atmosferei, cât și de factorii de sol ai evaporației (umiditatea solului, prezența sau absența surselor de reînnoire a apei evaporate, însușirile care controlează mișcarea apei în sol). Pentru agricultură, evaporarea apei din sol este un consum neproductiv.

Apa din sol se consumă, după cum s-a amintit, și prin transpirația plantelor, adică prin trecerea apei din țesuturile plantei în atmosferă.

Consumul prin plante al apei solului (transpirația) este util (productiv) întrucât contribuie decisiv la formarea biomasei vegetale, a recoltelor.

Este interesant de menționat că în biomasa vegetală se încorporează numai puțin peste 1% din consumul prin transpirație, restul cantității de apă ce se translocă din sol prin plantă asigurând desfășurarea normală a diferitelor procese fiziologice (transpirația, reglarea temperaturii, absorbția, asimilația etc).

Transpirația depinde, în principal, de umiditatea solului și cerința de evaporație a atmosferei. În condițiile în care solul este bine aprovizionat cu apă, intensitatea transpirației se reglează în concordanță cu cerința de evaporație a atmosferei, dar dacă solul nu poate asigura necesarul de apă, transpirația scade rapid, mai ales la cerințe de evaporație mari. De fapt, la cerințe mari de evaporație ($> 3 \text{ mm/zi}$) reducerea transpirației are loc, chiar dacă solul este relativ umed, prin micșorarea deschiderii stomatelor. Desigur, transpirația la un moment dat depinde și de natura plantei și stadiul de vegetație al acesteia.

În practica agricolă interesează cantitatea cumulată de apă pierdută prin evaporație cât și prin transpirație, adică *evapotranspirația* (ET sau $(e + t)$).

În general, cele mai mari consumuri zilnice de apă se înregistrează în luna iulie, adică atunci când majoritatea culturilor au biomasa vegetală maximă, temperaturile în atmosferă și sol sunt cele mai ridicate iar umiditatea relativă a aerului și nebulozitatea sunt cele mai reduse.

Consumul mediu zilnic înregistrează variații mari, corelate cu dinamica creșterii plantelor, respectiv cu succesiunea fazelor de vegetație și cu evoluția condițiilor climatice, mai ales cu creșterea temperaturii. În culturile de primăvară cu perioadă lungă de vegetație, consumul zilnic crește treptat și atinge valoarea maximă în timpul fazelor critice pentru umiditate (înflorire, formarea semințelor, coacere, lapte - ceară) când masa vegetală este deplin dezvoltată și are transpirația maximă, faze care, de obicei, coincid cu cele mai mari cerințe de evaporație ale atmosferei ca urmare a arșiței, deficitului de saturație cu vapori de apă și vântului. După parcurgerea fazelor critice pentru umiditate, când plantele se apropie de maturitate, consumul total de apă scade, rămânând preponderată evaporația.

Evapotranspirația, expresie a consumului apei din sol, se poate individualiza în mai multe categorii, funcție de influența asupra procesului exercitată de umiditatea solului și plantă. Astfel, se disting:

Evapotranspirația potențială (ETP). Definește consumul de apă din sol când umiditatea acestuia este apropiată de valoarea (CC) iar terenul este acoperit cu un covor vegetal bine încheiat și activ, cu înălțimea de 15 - 20 cm. În această

ipostază, nici umiditatea solului și nici stadiul de dezvoltare al plantei nu se constituie în factorii limitativi ai valorii evapotranspirației care, principal, corespunde cerinței de evaporație a atmosferei.

Evapotranspirația reală maximă (ETRM). Este consumul de apă în condițiile în care solul este bine aprovizionat cu apă iar planta (o anumită cultură) acoperă terenul corespunzător stadiului ei de dezvoltare și tehnologiei de cultivare. În această variantă planta este factorul care limitează mărimea evapotranspirației.

Evapotranspirația reală optimă (ETRO). Reprezintă consumul de apă la umiditatea solului (între *CC* și *PM*) care favorizează obținerea recoltei eficientă economic iar planta se găsește în faza de vegetație corespunzătoare stadiului ei de dezvoltare. Prin urmare, în acest caz, influența umidității solului asupra limitării evapotranspirației este aproape neglijabilă pe când planta limitează procesul funcție de faza de vegetație în care se găsește.

Evapotranspirația reală (ETR). Exprimă consumul de apă în condiții obișnuite, adică atunci când umiditatea solului este corespunzătoare elementelor meteorologice locale iar planta se găsește într-un stadiu oarecare de dezvoltare, încât (*ETR*) este limitată, în general, atât de umiditatea solului cât și de plantă. Relația între cele patru categorii de evapotranspirație este:

$$ETR \leq ETRO \leq ETRM \leq ETP \quad (3.1)$$

3.2 Bilanțul apei în sol pe terenurile irigate

Bilanțul apei în sol se exprimă prin egalități în care sunt însumate cantitățile de apă intrate, ieșite și cele înmagazinate în sol.

Botzan M. (1972) deosebește pentru terenurile irigate trei tipuri de bilanț:

- ✓ bilanț în circuit închis, corespunzător regimului hidric al solului irigat fără aport freatic sau drenaj;
- ✓ bilanț în circuit deschis, caracteristic solurilor irigate cu aport freatic în sezonul cald;
- ✓ bilanț în circuit deschis, de irigație combinată cu drenajul pentru perioada rece a anului.

Bilanțul în circuit închis, pentru întregul an are expresia:

$$c \cdot P_i + P_v + a + M = ETRO \quad (3.2)$$

în care:

- c este coeficientul de înmagazinare în sol a precipitațiilor din perioada de iarnă (0,4 - 0,9);
- P_i - suma precipitațiilor căzute în perioada de iarnă;
- P_v - suma precipitațiilor utile (> 5 mm sau cu asigurarea de 80%) din

- perioada de vară (sezonul cald, convențional între 1. IV - 30. IX);
 a - norma udării de aprovizionare;
 M - norma de irigație;
 $ETRO$ - evapotranspirația reală optimă.

Acest tip de bilanț se poate considera separat pentru sezonul rece și pentru perioada de vegetație. Astfel:

- ✓ pentru perioada de iarnă:

$$R_f + c \cdot P_i + a = R_i \quad (3.3)$$

- ✓ pentru perioada de vară:

$$R_i + P_v + M = ETRO + R_f \quad (3.4)$$

în care:

- R_f este rezerva finală de apă în sol, adică la sfârșitul sezonului de vegetație (1. X) considerată pe adâncimea $H = 1,5$ m;
 R_i - rezerva inițială de apă în sol adică la începutul sezonului de vegetație (1. IV), pe adâncimea $H = 1,5$ m.

Ceilalți termeni din relațiile (3.3) și (3.4) au semnificațiile precizate anterior.

După Botzan M. (1966), valorile aproximative ale rezervei de apă în sol la finele sezonului de vegetație (R_f) se diferențiază în funcție de zona climatică și planta de cultură astfel:

- ✓ în stepă:

$$R_f = R_{CO} + 400 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ după fasole, cartofi și floarea soarelui};$$

$$R_f = R_{CO} + 700 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ după porumb};$$

$$R_f = R_{CO} + 1000 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ după sfecla pentru zahăr și lucernă};$$

- ✓ în silvostepă:

$$R_f = R_{CO} + 600 \div 1200 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- ✓ în zona pădurilor de câmpie:

$$R_f = R_{CO} + 900 \div 1500 \text{ m}^3/\text{ha}$$

R_{CO} reprezintă rezerva de apă din sol, corespunzătoare coeficientului de ofilire.

Rezerva de apă la începutul sezonului de vegetație sau rezerva inițială (R_i) variază între 85% și 100% din rezerva corespunzătoare capacității de câmp (R_{CC}):

- ✓ în stepă, circa 85% R_{CC} ;
 ✓ în silvostepă, circa 90% R_{CC} ;
 ✓ în zona pădurilor de câmpie, circa 100% R_{CC} .

Estimarea valorilor (R_f) și (R_i) prezintă importanță pentru stabilirea orientativă a oportunității aplicărilor udărilor de aprovizionare (a).

Bilanțul în circuit deschis cu alimentare freatică se întocmește, de obicei, numai pentru sezonul de vegetație întrucât pe terenurile cu acest tip de bilanț,

primăvara în majoritatea cazurilor, solul este aprovizionat cu apă la nivelul capacității de câmp, adică $R_i = R_{CC}$. Prin urmare, ecuația de bilanț este:

$$R_{CC} + P_v + M + A_f = ETRO + R_f \quad (3.5)$$

în care (A_f) este aportul freatic, în m^3/ha .

Bilanțul în circuit deschis de irigație combinată cu drenajul pentru perioada de iarnă prezintă interes în cazul solurilor salinizate care necesită udări în scopul spălării sărurilor solubile. Ecuația de bilanț are forma:

$$R_f + c \cdot P_i + N_s = R_{CC} + D \quad (3.6)$$

în care:

N_s este norma de spălare, în m^3/ha ;
 D - volumul de apă drenată, în m^3/ha ;

3.3 Determinarea consumului de apă al culturilor irigate

Pentru determinarea consumului de apă la culturile irigate se folosesc metode directe și metode indirecte.

Caracteristica principală a **metodelor directe** rezidă în determinarea în câmp a consumului de apă pe baza bilanțului apei în sol. Se folosesc: metoda parcelei în regim optim de irigare și metoda lizimetrelor.

Metoda parcelei în regim optim de irigare este metoda de referință pentru stabilirea consumului de apă al culturilor irigate. Constă în amenajarea unor parcele de irigare - cu respectarea normelor tehnici experimentale - pe care se aplică un regim optim de irigare. În acest mod, pe întreaga durată a sezonului de vegetație se asigură în sol, pe adâncimea (H) în care este răspândită masa principală de rădăcini ale plantei, umiditatea în intervalul capacității de apă ușor accesibilă, fără să se producă pierderi de apă prin scurgere la suprafață sau prin percolarea stratului radicular (H).

Dinamica umidității solului între semănatul și recoltatul culturii cercetate se urmărește riguros, efectuându-se determinări decadal sau chenzinal și după producerea precipitațiilor utile sau după aplicarea udărilor. Cu ajutorul relației de bilanț în circuit închis, consumul de apă din sol se determină pe decade, bilunar, lunar sau pe faze de vegetație și se exprimă sub forma consumului mediu zilnic, în $m^3/ha \cdot zi$.

$$ETRO = R_i + P_v + M - R_f \quad (3.7)$$

în care:

$ETRO$ este consumul de apă în intervalul de timp considerat, m^3/ha ;
 R_i - rezerva de apă în sol (m^3/ha) la începutul intervalului de timp considerat;
 P_v - precipitațiile utile (m^3/ha) căzute în intervalul de timp considerat;
 M - suma normelor de udare sau cantitatea suplimentară de apă distribuită plantelor pentru menținerea umidității solului între CC și PM, în m^3/ha ;

R_f - rezerva de apă în sol (m^3/ha) la finele intervalului de timp considerat;

Metoda percelei în regim optim de irigare are avantajul că permite cea mai precisă estimare a consumului de apă de către culturile irigate. Inconvenientele metodei constau în volumul mare de muncă pentru recoltarea probelor și determinarea umidității solului precum și în imposibilitatea evitării și evaluării pierderilor de apă prin scurgere și mai ales, prin percolare sub adâncimea de 1,5 m.

Metoda lizimetrelor. Lizimetrul sau evapotranspirometrul (fig. 3.1) este un bazin paralelipipedic sau cilindric, cu suprafața de 1 - 4 m^2 și adâncimea de 0,8 - 1,2 m, confecționat din tablă groasă de 2 - 3 mm sau din beton. La partea inferioară este prevăzut cu o conductă care asigură evacuarea apei în exces. Pe fundul lizimetrului se așează un strat drenant de 30 - 35 cm peste care se depune masivul de sol (de preferință în stare nederanjată), care se cultivă cu planta al cărui consum de apă urmează a fi determinat.

Lizimetrele se instalează în câmp, în baterii de câte 3 bucăți (3 repetiții) pentru fiecare cultură, în incinta unei parcele irigate (pentru asigurarea microclimatului necesar) cu suprafața de circa 0,25 ha. Însămânțarea și îngrijirea plantelor din lizimetru se efectuează în aceleași condiții în care se aplică lucrările în parcela pe care este amplasată bateria de lizimetre.

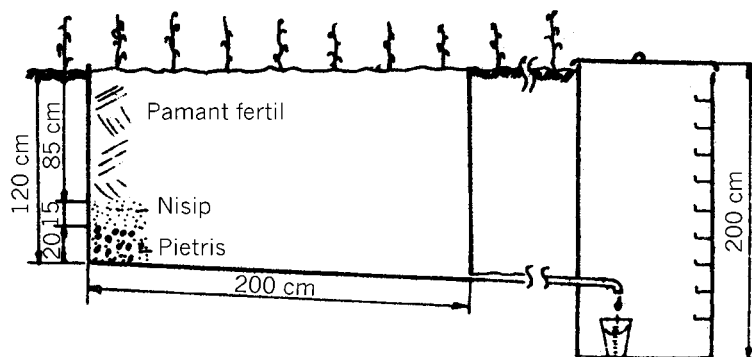


Fig. 3.1 Schema de principiu a unui lizimetru

Aprovizionarea cu apă a solului din lizimetru, peste cantitățile din aportul pluvial, se poate face prin stropiri periodice sau prin alimentare dintr-un rezervor cu nivel constant, situat deasupra stratului drenant, pe principiul vaselor comunicante.

Alimentarea lizimetrului cu apă prin udări periodice de suprafață este cea mai simplă și în plus, simulează condițiile naturale de aprovizionare cu apă a plantelor. Periodicitatea udărilor este de regulă, de 5 zile. Se aplică norme de udare care să depășească cu puțin capacitatea de reținere a solului. Surplusul de apă ce se evacuează prin conducta de la baza lizimetrului se captează și se măsoară riguros.

Proviziiile de apă din sol la însămânțare (R_i) și la recoltare (R_f) se stabilesc prin prelevarea probelor de sol pentru umiditate și uscarea lor în etuvă.

$$ETRM = R_i + P_v + M - R_f - D \quad (3.8)$$

în care:

$ETRM$	este evapotranspirația reală maximă, în m^3/ha ;
R_i și R_f	- rezervele de apă în sol, la începutul și respectiv la sfârșitul intervalului de determinare, în m^3/ha ;
M	- norma de irigație, în m^3/ha ;
D	- cantitatea de apă drenată din lizimetru, în m^3/ha .

Determinarea consumului de apă al plantelor prin metoda lizimetrelor permite calcularea cu precizie a ETRM pe intervale scurte de timp și asigură evidențierea cu fidelitate a variațiilor de consum în cursul vegetației, pe faze critice și în funcție de prezența condițiilor meteorologice speciale (temperaturi foarte ridicate, ploi prelungite etc).

Metodele indirecte sunt fundamentate pe dependența consumului de apă al plantelor, de caracteristicile unor elemente climatice și prezintă avantajele de a fi operative și economice, asigurând obținerea de rezultate satisfăcătoare.

Legătura între consumul de apă al plantelor și factorii climatici specifici zonei este exprimată de diverși cercetători prin formule empirice cu ajutorul cărora se calculează evapotranspirația.

O largă răspândire o au, de asemenea, metodele indirecte de determinare a consumului de apă care se bazează pe valorile evaporației apei măsurate cu evaporimetrele.

În condițiile naturale din România s-a constatat că, cele mai potrivite metode indirecte pentru determinarea evapotranspirației sunt metoda propusă de *Thornthwaite* și metoda care se bazează pe evaporația apei.

Metoda Thornthwaite exprimă evapotranspirația potențială ca o funcție a temperaturii medii lunare a aerului, multiplicată cu un coeficient de corecție dependent de latitudinea locului.

$$ETP = 160 \left(\frac{10 \cdot t_n}{I} \right)^a \cdot k_\phi \quad (3.9)$$

în care:

ETP	este evapotranspirația potențială, în m^3/ha ;
t_n	- temperatura medie a lunii pentru care se calculează ETP, în $^{\circ}C$;
I	- indicele termic anual al zonei, fiind egal cu suma indicilor termici lunari (i_n), adică $I = \sum_{n=1}^{n=12} i_n$;

$i_n = (t_n / 5)^{1.514}$ - indicele termic lunar; pentru temperaturile medii lunare negative, indicele termic lunar este egal cu zero;

$a = 0,000000675 \cdot I^3 + 0,0000771 \cdot I^2 + 0,01792 \cdot I + 0,49239$ (după *Serra*)

k_{φ}

- coeficient de corecție pentru latitudinea locului (tab. 3.3).

Tabelul 3.3

Coeficientul de corecție pentru latitudinea locului (k_{φ})

Latitudine nordică	Ian.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Iun.	Iul.	Aug.	Sept.	Oct.	Noe.	Dec.
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,93	0,83	0,81
41	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80
42	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77
44	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,30	1,20	1,04	0,95	0,80	0,76
45	0,80	0,81	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,79	0,75
46	0,79	0,81	1,02	1,13	1,29	1,31	1,32	1,22	1,04	0,94	0,79	0,74
47	0,77	0,80	1,02	1,14	1,30	1,32	1,33	1,22	1,04	0,93	0,78	0,73
48	0,76	0,80	1,02	1,14	1,31	1,33	1,34	1,23	1,05	0,93	0,77	0,72
49	0,75	0,79	1,02	1,14	1,32	1,34	1,35	1,24	1,05	0,93	0,76	0,71
50	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,25	1,06	0,92	0,76	0,70

Pentru determinarea (*ETRO*), se multiplică valorile (*ETP*) cu coeficienții de corecție (k_p) caracteristici plantei de cultură și zonei climatice (tab. 3.4).

Metoda bazată pe măsurarea evaporăției apei se folosește pe scară largă la avertizarea udărilor în sistemele de irigație mari din țara noastră. Măsurarea evaporăției se face cu ajutorul evaporimetrelor *Piche* și *Bac clasa A*.

Tabelul 3.4

Coeficienții de corecție ai evapotranspirației potențiale (*Thornthwaite*) în funcție de planta de cultură și zona climatică* (după I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu)

Cultura și zona	Luna						
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	2	3	4	5	6	7	8
Porumb							
$S_u + S_m + S$ din Dobrogea centrală și litoral	-	0,82	0,77	0,84	1,34	1,26	0,98
S_u	-	1,12	0,61	0,96	1,29	1,33	1,10
S_m	-	1,22	0,70	0,92	1,36	1,35	1,10
S	-	0,86	1,05	0,86	1,31	1,07	0,92
$S_m + S$ din Câmpia de Vest	-	1,10	0,88	1,09	1,53	1,22	0,75
S din Moldova centrală și de nord	-	1,09	0,89	1,02	1,24	1,18	0,80
$T + F$	-	1,22	0,80	0,80	1,12	0,92	0,65
N	-	0,92	0,70	0,87	1,09	0,90	0,64
Grâu de toamnă							
$S_u + S_m + S$ din Dobrogea centrală și litoral	3,21	1,87	1,70	1,08	-	-	-
S_u	2,92	1,45	1,34	1,05	-	-	-
S_m	3,39	1,66	1,33	0,96	-	-	-
S	2,71	1,55	1,20	0,91	-	-	-
$S_m + S$ din Câmpia de Vest	2,25	1,46	1,48	0,95	-	-	-
S din Moldova centrală și de nord	2,40	1,58	1,35	1,20	-	-	-
$T + F$	2,19	1,78	1,07	0,93	-	-	-
N	2,15	1,35	1,15	0,80	-	-	-
Porumb siloz, cultură dublă, după grâu							

S _u + S _m + S din Dobrogea centrală și litoral	-	-	-	-	0,53	0,74	1,29
S _u	-	-	-	-	0,66	0,92	0,99
S _m	-	-	-	-	0,93	1,10	1,39
S	-	-	-	-	0,70	0,93	1,22
S _m + S din Câmpia de Vest	-	-	-	-	0,83	1,25	1,24
S din Moldova centrală și de nord	-	-	-	-	0,67	0,99	1,17
T + F	-	-	-	-	0,80	0,79	1,24
N	-	-	-	-	0,45	0,91	1,23
Floarea soarelui							
S _u + S _m + S din Dobrogea centrală și litoral	-	1,12	0,88	1,39	1,41	0,85	-
S _u	-	0,94	0,84	1,06	1,35	0,82	-
S _m	-	0,79	0,75	1,58	1,62	0,68	-
S	-	0,66	1,43	1,30	1,20	0,73	-
S _m + S din Câmpia de Vest	-	1,35	1,04	1,30	1,59	0,90	-
S din Moldova centrală și de nord	-	1,48	0,87	1,32	1,39	0,94	-
T + F	-	1,02	0,73	1,09	1,18	0,86	-
N	-	1,09	0,87	1,10	0,89	0,50	-
Sfeclă pentru zahăr							
S _u +S _m +S din Dobrogea centrală și litoral	-	1,02	0,86	1,45	1,38	1,24	1,07
S _u	-	1,09	0,68	1,11	1,28	1,40	1,00
S _m	-	0,88	0,73	1,22	1,49	1,23	1,17
S	-	0,95	0,71	1,07	1,21	1,01	1,04
S _m + S din Câmpia de Vest	-	1,45	1,07	1,18	1,32	0,98	0,89
S din Moldova centrală și de nord	-	0,99	0,89	1,11	1,29	1,21	1,68
T + F	-	1,19	0,84	1,03	1,23	0,97	1,11
Soia							
S _u +S _m +S din Dobrogea centrală și litoral	-	1,61	0,72	0,79	1,27	1,18	0,75
S _u	-	1,02	0,73	0,88	1,12	1,21	0,33
S _m	-	1,00	0,79	1,12	1,47	1,21	1,14
S	-	1,17	0,78	0,97	1,12	0,72	1,19
S _m + S din Câmpia de Vest	-	1,00	1,17	1,20	1,35	1,00	0,70
S din Moldova centrală și de nord	-	0,65	0,70	1,03	1,35	1,25	0,83
T + F	-	0,65	0,77	0,89	1,15	0,89	1,22
N	-	1,05	0,63	0,97	0,96	0,71	0,65

Tabelul 3.4 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
Lucernă							
S _u +S _m +S din Dobrogea centrală și litoral	1,00	1,40	1,03	1,03	1,08	1,10	0,97
S _u	1,00	1,67	1,29	1,38	1,23	1,25	1,31
S _m	1,00	1,81	1,15	0,95	1,25	1,17	1,49
S	1,00	1,66	1,21	1,03	1,14	1,19	1,29
S _m + S din Câmpia de Vest	1,00	1,68	1,12	1,30	1,36	1,14	1,12
S din Moldova centrală și de nord	1,00	1,10	1,01	1,21	1,24	1,33	1,16
T + F	1,00	1,53	0,92	1,09	1,10	0,95	1,22
N	1,00	1,32	1,18	0,94	1,02	0,86	0,69
Cartof							
S _u +S _m +S din Dobrogea centrală și litoral	-	0,90	1,04	1,50	1,26	0,79	-
S _u	-	1,03	0,92	1,14	1,04	0,92	-
S _m	-	0,61	0,72	1,33	1,13	1,27	-
S	-	1,11	1,11	1,00	0,86	0,61	-
S _m + S din Câmpia de Vest și S din Moldova centrală și de nord	-	1,42	0,94	1,06	1,16	0,85	-
T + F	-	0,91	0,91	1,24	0,99	0,89	-
N	-	1,15	0,80	0,92	1,13	0,93	-
Arahis, cartofi timpurii, castraveți, varză, morcov							
Arahis N	-	0,70	0,85	0,84	1,13	0,89	0,89
Cartofi timpurii S _m	-	0,47	0,52	1,28	0,78	-	-
N	-	0,53	1,16	0,92	0,55	-	-
Castraveți T + F	-	0,63	1,14	0,91	1,09	0,85	0,60
Varză T + F	-	0,88	1,31	1,35	1,21	0,60	0,60
Morcov T + F	-	1,38	1,29	1,31	0,96	0,63	0,60

Fasole							
S _u +S _m +S din Dobrogea centrală și litoral	-	1,24	0,65	0,99	1,02	0,80	-
S _u	-	0,94	0,54	0,82	1,28	1,14	-
S _m	-	0,70	0,78	1,02	1,35	0,72	-
S	-	0,78	1,19	1,07	1,30	0,63	-
S _m + S din Câmpia de Vest	-	0,70	0,95	1,09	1,10	0,76	-
S din Moldova centrală și de nord	-	0,70	0,78	1,02	1,09	1,08	-
T + F	-	1,16	0,80	1,05	0,91	0,73	-
N	-	1,51	0,89	0,99	0,80	0,50	-
Viță de vie							
Podgoria Murfatlar (date I.C.H.V.)	-	1,01	0,56	0,49	0,71	0,68	0,65
Podgoria Greaca (date I.C.H.V.)	-	0,88	0,62	0,58	0,77	0,73	0,65
Brun roșcat de Muntenia (date I.C.H.V.)	-	0,71	0,56	0,55	0,80	0,77	0,65
N	-	0,90	0,84	0,86	0,91	0,77	0,65
Pomi (plantații tinere)							
Brun roșcat de Muntenia (date I.C.H.V.)	-	0,55	0,60	0,55	0,60	0,56	0,47
N	-	0,90	0,92	0,88	0,85	0,80	0,65

* Simboluri utilizate: S_u - stepă uscată; S_m - stepă moderată; S - silvostepă; T - tranziție de la silvostepă la zona forestieră; F - zona forestieră; N - nisipuri din stânga Jiului.

Pentru obținerea valorilor (*ETRO*), datele de evapotranspirație se înmulțesc, ca și valorile calculate cu formula *Thornthwaite*, cu coeficienții (*k_p*) de corecție empirici (tab. 3.4) specifici, în funcție de plantă, lună calendaristică și zonă climatică.

Metodologia stabilirii coeficienților de corecție (*K_p*) constă în urmărirea consumului de apă (prin metoda parcelei în regim optim de irigație) în paralel cu evaporația în evaporimetre și efectuarea raportului între cele două consumuri medii, diferențiat pe culturi și pe intervale de timp caracteristice. Astfel,

$$K_p = \frac{ETRO}{t_p} \quad (3.10)$$

în care:

- K_p* este coeficientul de transformare a evaporației în evapotranspirație reală optimă;
- ETRO* - evapotranspirația reală optimă pentru o anumită cultură și o anumită lună din perioada de vegetație a culturii considerate;
- E_p* - evaporația apei în evaporimetru în aceeași perioadă de timp

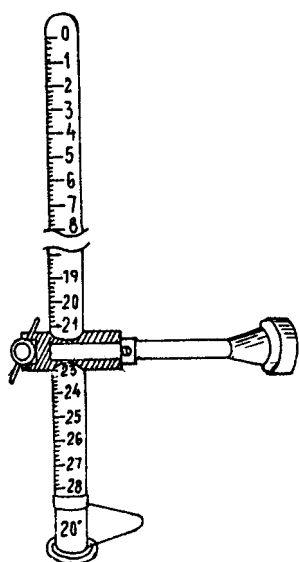


Fig. 3.3 Evaporimetrul Piche

Folosirea evaporimetrelor pentru estimarea consumului de apă al plantelor este avantajoasă deoarece aceste instrumente sunt simple din punct de vedere constructiv, putând fi confecționate pe plan local cu cheltuieli mici iar pe de altă parte, evaporimetrele se exploatează și se întrețin ușor fără a fi necesar un personal cu calificare deosebită.

Evaporimetrul „Piche” (fig. 3.3) se compune dintr-o eprubetă de 30 cm, divizată în mm și o rondea cu diametrul de 3 cm, din hârtie de filtru rondeaua putând fi aplicată, pentru a acoperi gura eprubetei, cu ajutorul unei cleme de fixare.

După umplerea cu apă și montarea rondei poroase, eprubeta se instalează cu gura în jos pe un stativ în adăpostul meteorologic. Citirile coloanei de apă evaporată se efectuează zilnic la aceeași oră.

Evaporimetrul Bac clasa A (fig. 3.4) are ca parte componentă principală un vas cilindric cu diametrul de 120,65 cm și înălțimea de 25,40 cm. Corpul principal al evaporimetrului este confecționat din tablă groasă de 1,5 mm și este vopsit în alb. Vasul se așează pe un grătar din șipci care au în secțiune dimensiunile de 5 cm x 10 cm. Sub grătar se află un disc din placaj, tratat pe ambele părți cu bitum iar sub disc, pământul se orizontalizează și se compactează bine.

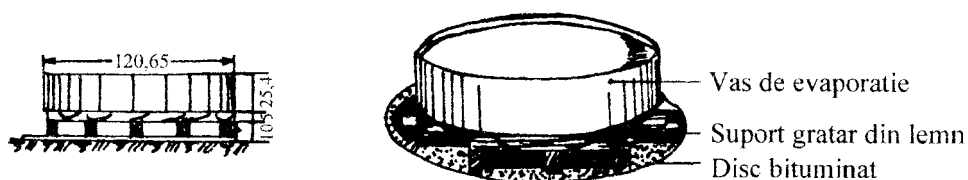


Fig. 3.4 Evaporimetrul Bac clasa A

Evaporimetrele Bac clasa A se instalează în interiorul unei incinte rectangulare (16 x 16 m sau 16 x 20 m), împrejmuite cu plasă de sârmă și cultivate cu ierburi perene care se tund la înălțimea vasului cilindric.

Citirea nivelului apei din vasul de evaporare se efectuează în interiorul unui cilindru liniștitor metalic, cu ajutorul unui dispozitiv micrometric care asigură o precizie de măsurare de 0,02 mm. Rolul cilindrului liniștitor este de a asigura efectuarea citirilor de nivel, fără erori generate de producerea valurilor.

La începutul sezonului de vegetație evaporimetrul se umple cu apă curată, lăsându-se sub marginea superioară a vasului o gardă de 5 cm pentru evitarea

eventualelor pierderi de apă datorită vântului. Înălțimea de gardă reprezintă și o rezervă pentru acumularea apei din ploii.

În fiecare dimineață la aceeași oră (obișnuit ora 8⁰⁰), se citește nivelul apei în vasul de evaporare. Diferența între două citiri consecutive reprezintă grosimea stratului de apă (mm) evaporată în 24 de ore, încât:

$$E_p = C_1 - C_2 \quad (3.11)$$

în care:

- E_p este grosimea stratului de apă evaporată în 24 de ore, în mm;
- C_1 - citirea nivelului apei în ziua I-a, în mm;
- C_2 - citirea nivelului apei în ziua a II-a, în mm;

Dacă în intervalul de timp dintre citiri se produc precipitații, valoarea evaporației pentru ziua respectivă se stabilește astfel:

$$E_p = C_1 + P - C_2 \quad (3.12)$$

în care:

- P reprezintă precipitațiile, în mm, căzute în intervalul de timp dintre citirile C_1 și C_2 ; celelalte simboluri din (3.12) au semnificația precizată la (3.11).

Transformarea valorilor (E_p) în ($ETRO$) se face prin multiplicarea cu coeficienții de corecție (K_p) specifici plantei, lunii și zonei climatice:

$$ETRO = 10 \cdot E_p \cdot K_p \quad (3.13)$$

în care:

- $ETRO$ este consumul de apă al culturii considerate într-o anumită lună din sezonul de vegetație, în m³/ha;
- E_p - evaporația măsurată, în mm, valoarea cumulată pe luna considerată;
- K_p - coeficientul de corecție (tab. 3.4).

3.4 Productivitatea apei consumate

Cantitatea de apă consumată de plante, în raport cu consumul total de apă sau cu producția agricolă, poate fi exprimată printr-o serie de indici, cum sunt:

Coeficientul de utilitate a apei (C_{ua}) exprimă raportul dintre apa consumată productiv și apa total consumată:

$$C_{ua} = \frac{A \cdot K}{ETRO} \quad (3.13)$$

în care:

- A reprezintă cantitatea totală de substanță uscată sintetizată, în kg/ha;
- K - coeficientul de transpirație sau cerința de apă (m³/kg substanță uscată);
- $ETRO$ - consumul total de apă pentru obținerea recoltei, în m³/ha.

În practica irigațiilor se urmărește realizarea unui raport cât mai mare între apa consumată productiv și apa total consumată.

Coeficientul de valorificare a apei (C_{va}) numit și „consum unitar” reprezintă raportul între consumul total de apă și producția utilă realizată:

$$C_{va} = \frac{ETRO}{A_m} \quad (3.14)$$

în care:

A_m este produsul util sau producția marfă comercială, în hg/ha;
 $ETRO$ - consumul total de apă pentru realizarea recoltei, m³/ha;

S-a constatat că apa este mai bine valorificată în silvostepă decât în stepă datorită pierderilor prin evaporație mai mici. Cea mai bună valorificare a apei o asigură porumbul pentru siloz cultura a doua, lucerna, sfecla pentru zahăr, cartoful ș. a. iar cea mai slabă, bumbacul, floarea soarelui, soia ș. a.

Coeфициentul de valorificare apei de irigație (C_{vai}) exprimă cantitatea de apă de irigație consumată, pentru obținerea unui kilogram spor de recoltă utilă la hectar.

$$C_{vai} = \frac{M}{A_s} \quad (3.15)$$

în care:

M este norma de irigație, în m³/ha;
 A_s - sporul de producție utilă, în kg/ha.

(C_{vai}) depinde de zona pedoclimatică în care se aplică irigația, natura plantei irigate, agrotehnica aplicată, regimul de irigație etc.

Întrebări recapitulative

- ▶ Precizați factorii care influențează mărimea consumului de apă din sol.
- ▶ Câte categorii de evapotranspirație se pot individualiza în funcție de influența pe care o exercită asupra acestei mărimi umiditatea solului și planta cultivată ?
- ▶ Ce deosebiri evidențiază noțiunile de *ETRO* și *ETR* ?
- ▶ Care sunt posibilele tipurile de bilanț al apei în sol pe terenurile irigate?
- ▶ În ce constau determinările pentru aprecierea consumului de apă prin metoda parcelei în regim optim de irigație ?
- ▶ Cum se stabilește consumul de apă al unei culturi prin intermediul evaporimetrului Bac clasa A ?
- ▶ Enumerați indicii cu ajutorul cărora se poate aprecia productivitatea apei consumate de către plante.

IV. REGIMUL DE IRIGARE A CULTURILOR

4.1 Factorii care influențează regimul de irigare

4.2 Norma de irigare

4.3 Norma de udare

4.4 Numărul de udări în perioada de vegetație

4.5 Durata udării

4.6 Intervalul dintre udări

4.7 Momentul aplicării udării

4.1 Factorii care influențează regimul de irigare

Regimul de irigare a unei culturi reprezintă ansamblul noțiunilor referitoare la cantitățile și momentele de aprovizionare dirijată a solului cu apă, în concordanță cu cerințele plantelor.

Regimul de irigare este influențat de factori naturali, tehnici și agrotehnici.

Factorii naturali cu influența cea mai importantă asupra elementelor regimului de irigare sunt precipitațiile atmosferice, însușirile hidrofizice ale solului și condițiile hidrogeologice.

Precipitațiile atmosferice, cu deosebire cele din perioada de vegetație, determină prin comparație cu valorile evapotranspirației, oportunitatea irigației.

Prin cantitatea de apă, precipitațiile influențează direct mărimea normei de irigație iar prin repartizarea lor în timp, determină momentele de aplicare a udărilor.

Precipitațiile solului, mai ales însușirile hidrofizice, condiționează mărimea normei de udare, prin valoarea capacității de apă utilă și momentele de aplicare a udărilor, prin poziția plafonului minim de umiditate optimă în cursul intervalului umidității accesibile (IUA).

Condițiile hidrogeologice influențează regimul de irigare în cazul în care franjul capilar cuprinde și o parte din stratul de sol în care este răspândită masa principală de rădăcini ale plantelor sau se află cantonat în imediata vecinătate, sub acesta. În această situație, aportul freatic determină mișcarea normei de irigație iar necesitatea asigurării unui orizont tampon de sol uscat, între straturile umezite prin irigație și prin aportul freatic, implică micșorarea normei de udare.

Metoda de udare, ca exponent al factorilor de natură tehnică, exercită influență asupra tuturor elementelor regimului de irigare, cu deosebire asupra mărimii normei de udare.

Factorii agrotehnici, influențează regimul de irigare a culturilor conform *legii proporțiilor armonice* în baza căreia, sporirea fertilizanților sau folosirea de

soiuri și hibrizi mai productivi implică și majorarea cantității de apă de irigație deci creșterea normei de irigare.

4.2 Norma de irigare

Norma de irigare reprezintă cantitatea de apă necesară pentru irigarea unui hectar cultivat cu o anumită plantă. Se exprimă în m³/ha sau în mm.

Cantitatea de apă aplicată unei culturi pe unitatea de suprafață (ha) în perioada de vegetație constituie norma de irigare în perioada de vegetație (M). În zonele cu precipitații puține în sezonul rece, la norma de irigare din perioada de vegetație se adaugă și *norma de aprovizionare* aplicată în afara jumătății calde a anului iar în cazul irigării solurilor salinizate, cantitatea de apă necesară pentru irigarea culturii se majorează cu *norma de spălare a sărurilor*.

Mărima normei de irigație (M) sau suma normelor de udare (Σm) din perioada de vegetație se determină cu ajutorul bilanțului apei în sol:

În cazul regimului hidric fără aport freatic relația bilanțului este:

$$R_i + P_v + M = ETRO + R_f \quad (4.1)$$

de unde:

$$M = ETRO + R_f - R_i - P_v \quad (4.2)$$

în care:

- M este norma de irigare din perioada de vegetație, în m³/ha;
- $ETRO$ - consumul de apă din sol în m³/ha;
- R_f - rezerva de apă din sol, pe adâncimea de 1,5 m, la sfârșitul sezonului de vegetație (convențional 1.X), sau în momentul recoltatului, în m³/ha;
- R_i - rezerva de apă în sol, pe adâncimea de 1,5 m, la începutul sezonului de vegetație (convențional 1. IV), sau în momentul semănatului, în m³/ha;
- P_v - suma precipitațiilor utile din perioada de vegetație (precipitațiile cu asigurarea de 80%, în m³/ha).

Când se aplică și udări de aprovizionare (înaintea perioadei de vegetație) umiditatea solului înaintea semănatului se găsește la valoarea capacității de câmp, încât:

$$M = ETRO + R_f - R_{cc} - P_v \quad (4.3)$$

Pentru solurile irigate care beneficiază și de aport freatic, relația pentru stabilirea normei de irigație este:

$$M = ETRO + R_f - R_{cc} - A_f - P_v \quad (4.4)$$

în care:

- A_f este aportul freatic (m³/ha).

Norma de irigare a culturilor agricole este o mărime variabilă în limite largi (500 - 5000 m³/ha) în funcție de natura plantei, particularitățile climatice ale anului precum și de caracteristicile fizico-geografice ale zonei (tab. 4.1).

Tabelul 4.1

Norma de irigare la unele culturi (după M. Botzan)

Cultura	Norme de irigare (m ³ /ha)	
	În zona de stepă	În zona pădurilor de câmpie
Porumb boabe	3200 - 4000	600 - 1000
Lucernă	4000 - 5100	1200 - 1800
Sfeclă pentru zahăr	4100- 5000	1000 - 2000
Floarea - soarelui	2400 - 2800	500 - 1000

În sistemele de irigație, la transportul apei de la sursă la terenul de irigat se produc pierderi de apă care determină implicit majorarea normei de irigare. Sub acest aspect se disting: norma de irigare netă (M_n), corespunzătoare volumului de apă ce se distribuie efectiv culturii irigate și norma de irigare brută (M_b), ce reprezintă volumul de apă prelevat din sursă.

Raportul dintre valorile netă și brută ale normei de irigare reprezintă randamentul rețelei de irigație (η_n). Așadar:

$$\eta_n = \frac{M_n}{M_b} \quad (4.5)$$

Randamentul rețelei depinde în cea mai mare măsură de tipul mijloacelor de transport și distribuție a apei în sistemele de irigație. Astfel, pentru:

- ✓ canale necăptușite $0,40 < \eta_r < 0,70$;
- ✓ canale căptușite $0,80 < \eta_r < 0,90$;
- ✓ jgheaburi $0,90 < \eta_r < 0,95$;
- ✓ conducte $0,95 < \eta_r < 0,98$.

Valorile normelor de irigație permit stabilirea necesarului de apă în cadrul fiecărui sistem și la determinarea suprafeței ce se poate iriga dintr-o anumită sursă.

4.3 Norma de udare

Norma de udare este cantitatea de apă de irigație distribuită pe unitatea de suprafață cultivată, la aplicarea unei singure udări. Se exprimă în m³/ha sau în mm grosime strat de apă.

Norma de udare în perioada de vegetație. Principal, mărimea normei de udare în perioada de vegetație (m) reprezintă o fracțiune din norma de irigație (M) și se stabilește astfel încât prin aplicarea udării să se completeze conținutul de apă în sol până la valoarea (CC), fără să se producă pierderi apreciable prin percolare sub profilul solului și fără ca numărul udărilor să fie prea mare.

Cu alte cuvinte, într-un regim de irigare riguros, norma de udare netă (m_n) trebuie să fie egală cu diferența între rezerva de apă în sol corespunzătoare capacității de câmp (R_{CC}) și cea echivalentă plafonului minim (R_{PM}). Prin urmare:

$$m_n = R_{CC} - R_{PM} \quad (4.6)$$

în care, elementele se exprimă în mm sau m^3/ha și se referă la aceeași grosime a stratului de sol umezit.

Normele de udare mai mari au avantajul că fracționează norma de irigație într-un număr mic de udări, totuși trebuie evitate pentru că determină, de regulă, pierderi importante de apă prin infiltrare sub stratul în care se dezvoltă majoritatea rădăcinilor, contribuie la creșterea nivelului freatic, favorizează levigarea substanțelor fertilizante din stratul radicular și măresc durata de aplicare a udării. Pe de altă parte, normele de udare prea mici, deși elimină neajunsul pierderilor de apă în adâncime, prezintă o serie de dezavantaje, între care cele mai importante sunt:

- ✓ umezirea neuniformă a solului;
- ✓ majorarea cheltuielilor de exploatare prin creșterea numărului de udări;
- ✓ pierderi de apă prin evaporație relativ mari;
- ✓ înrădăcinarea superficială a plantelor de cultură ș. a.

Mărimea normei de udare este condiționată de următorii factori:

- ✓ adâncimea stratului de sol care trebuie umezit prin aplicarea udării;
- ✓ însușirile fizice și hidrofizice ale solului;
- ✓ starea de umiditate a solului în momentul aplicării udării;
- ✓ randamentul udării în câmp.

Adâncimea de umezire (H), la norma de udare prin perioada de vegetație, depinde de grosimea stratului de sol în care este răspândită masa principală de rădăcini a culturii ce se irigă. Această adâncime se numește *strat activ de sol* și variază, în general, între 0,5 - 1,0 m, astfel:

- ✓ plante cu înrădăcinare superficială (cereale păioase, fasole, unele legume etc), $H = 0,5$ m;
- ✓ plante cu înrădăcinare mijlociu de adâncă (prășitoare, lucernă anul I etc), $H = 0,75 - 0,80$ m;
- ✓ plante cu înrădăcinare profundă (lucernă veche, plantații viti - pomicole etc), $H = 1,0$ m.

Din considerente de ordin practic, în marile sisteme de irigație din țara noastră se acceptă $H = 0,8$ m pentru toate culturile irigate.

Pentru norma udării de aprovizionare, adâncimea de umezire se consideră de 0,1 - 1,5 m iar în cazul udării de răsărire, care se aplică imediat după semănat, grosimea stratului de sol ce trebuie umezit poate fi de 0,3 - 0,4 m.

Însușirile fizice și hidrofizice ale solului condiționează capacitatea de apă utilă (CU) sau capacitatea solului de înmagazinare (reținere) a apei utile. Cu cât acest indice hidrofizic este mai mare, cu atât și norma de udare poate fi mai mare.

Starea de umiditate a solului la începutul aplicării udării influențează decisiv mărimea normei de udare. Cu cât rezerva momentană de apă în sol este mai mare, cu atât norma de udare este mai mică, deoarece norma de udare exprimă diferența între rezervele de apă corespunzătoare capacității de câmp și umidității solului în momentul aplicării udării. Un regim de irigație bine condus cere ca pe fiecare suprafață de teren irigată, udarea să înceapă atunci când rezerva de apă în sol corespunde plafonului minim al umidității optime.

Randamentul udării în câmp (η_u) controlează majorarea normei de udare pentru compensarea pierderilor inerente de apă la aplicarea udării și prin urmare, reprezintă raportul între volumul de apă înmagazinat în sol (norma netă) și volumul distribuit la aplicarea udării (norma brută). Rezultă că:

$$m = \frac{m_n}{\eta_u} \quad (4.7)$$

în care:

- m este norma brută de udare, în m^3/ha sau în mm;
- m_n - norma netă de udare, în m^3/ha sau în mm;
- η_u - randamentul udării în câmp ($\eta_u = 0,85 - 0,95$).

Sintetizând considerentele prezentate mai sus rezultă că, volumul de apă ce trebuie distribuit la aplicarea unei udări depinde de grosimea (H) a stratului de sol în care se dezvoltă masa principală de rădăcini, de însușirile fizice și hidrofizice ale solului - exprimate prin (DA), (CC), (CO) - de starea momentană de umezeală a solului - respectiv plafonul minim al umidității optime (PM) precum și de randamentul udării (η_u). În consecință norma de udare, se calculează cu relațiile:

$$m_n = H \cdot DA(CC - PM) \quad (4.8)$$

$$m = H \cdot DA(CC - PM) \cdot \frac{1}{\eta_u} \quad (4.9)$$

în care:

- m_n este norma de udare netă, în m^3/ha ;
- m - norma de udare brută, în m^3/ha ;
- H - grosimea stratului activ de sol, în cm;
- DA - densitatea aparentă a solului, în g/cm^3 ;
- CC - capacitatea de câmp, în % g/g;
- PM - plafonul minim al umidității optime, în % g/g;
- η_u - randamentul udării ($\eta_u = 0,9$).

Norma de udare în afara perioadei de vegetație. În afara sezonului de vegetație se aplică udări de aprovizionare și udări de răsărire.

Norma udării de aprovizionare (a). Se aplică atât pentru culturile principale semănate toamna sau primăvara cât și pentru culturile duble semănate vara, pentru a asigura în sol umiditatea ușor accesibilă plantelor în primele faze de vegetație.

Pentru culturile semănate toamna, norma udării de aprovizionare se aplică obișnuit după semănat. Norma se calculează cu relația:

$$a = H \cdot DA(CC - W_{mom}) \cdot \frac{1}{\eta_u} \quad (4.10)$$

în care:

- a este norma udării de aprovizionare, în m³/ha;
- H - adâncimea de umezire, în cm ($H = 150$ cm în stepă și $H = 50$ cm în zona subumedă a pădurilor de câmpie);
- DA - densitatea aparentă, în g/cm³;
- CC - capacitatea de câmp, în % g/g;
- W_{mom} - umiditatea momentană a solului pe grosimea (H), în % g/g;
- η_u - randamentul udării ($\eta_u = 0,9$).

În cazul când umiditatea solului este prea mică și nu se pot executa în bune condiții lucrările pregătitoare semănatului, udarea de aprovizionare se recomandă a fi aplicată înaintea prelucrării solului în vederea semănatului.

Pentru culturile de primăvară, momentul cel mai potrivit de aplicare a udării de aprovizionare este toamna târziu, pe terenul arat. Mărimea normei trebuie astfel calculată încât împreună cu precipitațiile din perioada de iarnă să asigure în primăvară, umezirea solului la capacitatea de câmp, pe adâncimea $H=1,5$ m. Așadar:

$$a = H \cdot DA(CC - W_{mom}) \cdot \frac{I}{\eta_u} - c \cdot P_i \quad (4.11)$$

în care:

- P_i sunt precipitațiile din iarnă (m³/ha);
- c - coeficientul de înmagazinare a precipitațiilor din iarnă (0,9 în stepă și 0,4 în zona pădurilor de câmpie).

În general, udările de aprovizionare sunt necesare în stepă în toți anii, în silvostepă în anii secetoși iar în zona de tranziție, de regulă, nu sunt necesare.

Norma udării de aprovizionare poate fi de 500 - 2000 m³/ha.

Prin aplicarea udărilor de aprovizionare în zonele irigate cu deficit accentuat de precipitații în sezonul rece, odată cu crearea în sol a condițiilor de umiditate favorabile pentru răsărirea plantelor și pentru primele lor faze de creștere se mai constată că alte avantaje, între care cele mai importante sunt:

- ✓ se favorizează executarea lucrărilor solului la starea de aderență minimă;
- ✓ se contribuie la îmbunătățirea proprietăților fizice ale solului, deoarece prin umezirea profundă din toamnă se majorează adâncimea de îngheț pe profil;
- ✓ se solubilizează și se antrenează sub stratul activ, excesul de săruri solubile din sol;
- ✓ se stimulează germinația semințelor de buruieni care, surprinse de îngheț în faze incipiente de vegetație, pier;
- ✓ se prelungește intervalul de timp până la aplicarea primei udări în vegetație și, concomitent micșorarea numărului de udări în timpul verii etc.

Pentru culturile de vară, norma udării de aprovizionare se calculează ca și norma de udare în perioada de vegetație și poate fi aplicată:

✓ odată cu ultima udare a culturii premergătoare, cu o normă mai mare și la o dată mai târzie;

✓ după recoltarea premergătoarei, pe solul nearat sau după executarea arăturii;

✓ după însămânțat, dacă umiditatea solului permite executarea semănatului de bună calitate.

Udarea de răsărire se aplică prin aspersiune, după semănatul culturii, pentru a favoriza germinarea semințelor și răsărirea plantelor.

Udarea de răsărire trebuie umecteze stratul superior al solului, pe adâncimea de 30 - 40 cm și de aceea mărimea normei este de 200 - 400 m³/ha.

4.4 Numărul de udări în perioada de vegetație

Numărul de udări în perioada de vegetație (n) rezultă din raportul dintre norma de irigație (M) și mărimea normei de udare (m) din perioada de vegetație.

$$n = \frac{M}{m} \quad (4.12)$$

4.5 Durata udării

Durata udării este timpul necesar pentru aplicarea unei norme de udare.

Se disting o durată parțială și o durată totală a udării.

Durata parțială de udare se referă la timpul (în medie 5 - 10 ore) necesar pentru distribuirea normei de udare pe un grup de brazde (fâșii) sau într-o poziție de lucru a echipamentului de udare prin aspersiune. Durata parțială a udării depinde mai ales, de mărimea normei de udare și de permeabilitatea solului.

Durata totală de udare sau durata udării exprimă timpul (7 - 14 zile) de aplicare a unei udări pe întreaga solă programată pentru irigare.

Durata udării este condiționată în special de debitul, forța de muncă și echipamentul de irigație disponibil dar și de modul în care se organizează desfășurarea aplicării udării.

4.6 Intervalul dintre udări

Intervalul dintre udări sau timpul de revenire (T_r) a udării pe aceeași suprafață de teren este dependent de mărimea normei de udare, consumul mediu zilnic de apă și de aportul pluvial,

$$T_r = \frac{R_{CC} - R_{PM}}{ETRO_{zi} - P_{zi}} = \frac{m}{ETRO_{zi} - P_{zi}} \quad (4.13)$$

în care:

T_r	este intervalul de timp între două udări succesive, în zile;
m	- norma de udare, în m ³ /ha;
$ETRO_{zi}$	- consumul mediu zilnic de apă al culturii în luna la care se referă T_r , în m ³ /ha zi;
P_{zi}	- precipitațiile medii zilnice din aceeași lună, în m ³ /ha. zi.

Intervalul de timp (T_r) între două udări succesive în luna cu consumul de apă maxim este pentru culturile de câmp de 10 - 14 zile.

Intervalul de timp, în zile, de la semănat până la aplicarea primei udări (T_1) se calculează cu relația:

$$T_1 = \frac{R_s - R_{PM}}{ETRO_{zi} - P_{zi}} \quad (4.14)$$

în care:

R_s	este rezerva de apă în sol la semănat, în m ³ /ha;
R_{PM}	- rezerva de apă corespunzătoare plafonului minim, în m ³ /ha.

4.7 Momentul aplicării udărilor

Aplicarea udărilor la momentul optim în raport cu cerințele plantelor constituie unul din principalele deziderate ale amenajărilor de irigație. Momentul aplicării udării se stabilește diferențiat în funcție de caracteristicile sistemului.

La amenajările locale de irigații, unde alimentarea cu apă este discontinuă și distribuția la cerere (la comandă) momentul de aplicare a udării se stabilește de către șeful fermei de culturi irigate, pe baza observațiilor și determinărilor făcute în fermă.

Pentru sistemele mari de irigație, la care alimentarea este continuă și distribuția apei prin rotație, stabilirea momentelor de aplicare a udărilor se face de către *Centrul de avertizare și îndrumare tehnică pentru irigație* (aparținând sistemului de irigație), prin acțiunea de prognoză și avertizare a udărilor.

Stabilirea momentului de aplicare a primei udări din perioada de vegetație sau startul campaniei de irigație, se face în funcție de umiditatea solului, indiferent de caracteristicile sistemului de irigație.

Pentru precizarea momentului de aplicare a unei udări se pot folosi atât metode aproximative (empirice) cât și metode riguroase (științifice).

Metode empirice de stabilire a momentului de aplicare a udărilor.

Determinarea empirică a momentului de începerea udării se bazează, fie pe fazele de vegetație ale plantei de cultură, fie pe unii indici morfologici ai plantelor.

Metoda de determinare a momentului de aplicare a udării în funcție de fazele de vegetație are în vedere faptul că, pentru fiecare plantă consumul de apă este mai mare în unele faze de vegetație, numite faze critice. De exemplu:

✓ la grâu, fazele critice pentru apă sunt la: înfrățit, împăiere, înspicare-înflorire, umplerea boabelor;

- ✓ la porumb: 6 - 8 frunze, formarea paniculului, coacerea în lapte;
- ✓ la sfecla pentru zahăr: creșterea frunzelor, îngroșarea rădăcinilor, acumularea zahărului.

Întrucât s-a constatat dependența directă a recoltei de starea umidității solului în timpul fazelor critice, conducerea regimului de irigație prin aplicarea udărilor cu puțin înainte de declanșarea acestor faze de vegetație este rațională, cu condiția ca întreaga suprafață ocupată de cultură să poată fi irigată în 2 - 3 zile.

Deși acest procedeu are un caracter empiric, fundamentându-se numai pe observații (fără măsurători) are avantajul că asigură obținerea unei producții agricole comparabile cu cele de pe suprafețele pe care momentele de aplicare a udărilor se stabilesc după criterii riguroase. Dezavantajele constau în majorarea necesarului de forță de muncă și echipament de udare precum și în risipa de apă.

Stabilirea momentului de aplicare a udării *după observarea modificărilor ce se produc în aspectul general al plantei* datorită lipsei de apă (pierderea turgescenței, schimbarea culorii frunzelor, căderea florilor etc) nu este eficientă deoarece, când sunt vizibile aceste schimbări biologice, planta a intrat deja în suferință, fapt care se repercutează asupra nivelului producției.

Metode riguroase de stabilire a momentului de aplicare a udărilor. Stabilirea riguroasă a momentului de aplicare a udărilor se bazează pe datele obținute din măsurători efectuate asupra umidității sau sucțiunii solului, asupra unor indici fiziologici ai plantelor sau asupra consumului de apă mediu zilnic.

Determinarea momentului de aplicare a udării în funcție de starea de umiditate din sol este o metodă rațională dacă umiditatea se poate stabili precis, repede și economic. Umiditatea solului poate fi determinată prin metodele: termică, electrometrică, neutronică etc.

Pentru prelevarea probelor din sol, în vederea determinării umidității, se stabilesc suprafețele de control care sunt egale cu sola sau cu suprafața ocupată de cultura care se udă în numărul de zile corespunzător duratei udării.

Suprafața de control se divide în parcele de control, fiecare corespunzând suprafeței irigate de un schimb într-o zi - la udarea prin brazde - și respectiv suprafeței irigate într-o zi de o aripă de udare prin aspersiune.

Probele pentru determinarea umidității se prelevează din cel puțin 3 parcele de control, amplasate la capetele și mijlocului suprafeței de control (solei), în câte 3 repetiții, pe straturi de 20 - 30 cm până la adâncimea corespunzătoare umezirii prin irigație. Umiditatea se determină ca medie ponderată, în funcție de grosimea stratului de sol aferentă fiecărei probe. Determinările de umiditate se efectuează la intervale de 10 - 15 zile, după ploi mai mari de 10 mm, înainte și după aplicarea udărilor.

Programarea zilei când trebuie aplicată udarea se face în funcție de umiditatea solului la ultima prelevare de probe și de consumul mediu zilnic de apă din sol.

Determinarea momentului de aplicare a udării prin măsurarea sucțiunii solului cu ajutorul tensiometrelor (vezi 2.2) este metoda cu perspectivă de extindere concomitent cu creșterea gradului de automatizare a sistemelor de irigație.

În fiecare stație în care urmează să se determine sucțiunea solului se instalează câte două tensiometre: unul cu sonda poroasă la adâncimea $1/3 H$ (în zona de răspândire maximă a rădăcinilor) și altul, la adâncimea (H).

Momentul de aplicare a udării este evidențiat tensiometrul care măsoară sucțiunea la adâncimea $1/3 H$, când pe cadranul acestuia acul indicator oscilează între diviziunile 30 - 60, în funcție de însușirile solului (30 - 40 pentru solurile ușoare, 40 - 50 pentru solurile mijlocii și 50 - 60 pentru solurile grele).

Tensiometrul cu sonda poroasă la adâncimea (H) arată momentul de oprire a udării când acul indicator de pe cadran începe să se deplaseze din poziția avută anterior, ca urmare a ajungerii apei de irigație la limita inferioară a stratului activ.

Determinarea momentului aplicării udării după indicii fiziologici ai plantei constă, principal, în urmărirea unei reacții a plantei la lipsa de apă. De regulă, se folosesc drept indici fiziologici: concentrația sucului celular, forța de scurgere a celulelor, deschiderea stomatelor etc. De exemplu, când concentrația sucului celular din frunze, determinată cu refractometrul, se apropie de valoarea critică a acestui indice, stabilită prin încercări, se declanșează udarea.

Determinarea momentului de aplicare a udării în funcție de consumul de apă al culturii s-a generalizat în toate sistemele de irigație din țară.

Relația bilanțului zilnic al apei în sol este:

$$R_i + P_v = ETRO + R_f \quad (4.15)$$

în care:

- R_i este rezerva de apă în sol la începutul unei zile; pentru prima zi a campaniei de irigație, această valoare se determină prin metoda gravimetrică;
- P_v - precipitațiile zilnice utile (> 5 mm) înregistrate la pluviometru;
- $ETRO$ - consumul zilnic de apă al culturii considerate, calculat prin metoda Thornthwaite sau folosind datele de la evaporimetre și coeficienții de corecție din (tab. 3.4);
- R_f - rezerva de apă în sol la sfârșitul zilei considerate.

Toate elementele din relația (4.15) se exprimă fie în mm, fie în m^3/ha .

$$R_f = R_i + P_v - ETRO \quad (4.16)$$

Rezerva finală (R_f) se calculează zilnic. Pentru fiecare nouă zi, rezerva inițială devine rezerva finală din ziua precedentă. Momentul de aplicare a udării este atunci când (R_f) se apropie de rezerva corespunzătoare (PM).

Șeful de fermă înregistrează zilnic elementele de bilanț într-o fișă (tab. 4.2) care se întocmește pentru fiecare cultură și solă.

Fişa bilanţului apei în sol.
Ferma 7 Cultura Porumb
Solul Cernoziom carbonatic.....Sola..4....

Ziua luna	INTRĂRI (mm)				IEȘIRI (mm)		Rezervă zilnică (mm)	Observații
	Udări	Precipitații	Total zilnic	Total cumulat	Consum zilnic	Consum cumulat		
1. VII	-	-	-	-	5	5	6	Udare
2	80	-	80	80	5	10	70	
3	-	-	-	80	5	15	65	
4	-	8	8	88	5	20	68	
5	-	-	-	88	6	26	62	
6	-	11	11	99	6	32	67	
7	-	-	-	99	6	38	61	
8	-	-	-	99	6	44	55	
9	-	-	-	99	6	50	49	
10	-	-	-	99	6	56	43	
11	-	-	-	99	6	62	37	
12	-	-	-	99	6	68	31	
13	-	-	-	99	6	74	25	
14	-	-	-	99	6	80	19	
15	-	-	-	99	7	87	12	
16	-	-	-	99	6	93	6	
17	80	-	-	179	6	99	80	Udare
18	-	-	-	179	6	105	74	
!	!	!	!	!	!	!	!	

- ▶ Care sunt elementele care influențează regimul de irigație a culturilor ?
- ▶ Ce reprezintă și cum se stabilește norma de irigație ?
- ▶ Enumerați elementele în funcție de care se determină norma de udare.
- ▶ Care sunt dezavantajele normelor de udare prea mici ?
- ▶ Care este momentul cel mai potrivit pentru aplicare udării de aprovizionare pentru culturile de primăvară ?
- ▶ În afară de crearea în sol a condițiilor de umiditate favorabile pentru răsărirea plantelor și pentru primele lor faze de creștere ce alte avantaje se mai asigură prin aplicarea udărilor de aprovizionare ?
- ▶ Care sunt deosebirile în ce privește stabilirea momentului de aplicare a udărilor în amenajările locale și respectiv în marile sisteme de irigație ?
- ▶ Explicați modul de stabilire a momentului de aplicare a udărilor cu ajutorul tensiometrului.

V. PROGNOZA ȘI AVERTIZAREA UDĂRILOR

Prognoza și avertizarea udărilor reprezintă acțiunile de prevedere și înștiințare repetate, privind oportunitatea aplicării udărilor pe suprafețele cultivate din sistemele mari de irigație. Această activitate de analiză și decizie a devenit necesară în exploatarea sistemelor mari de irigație pentru a corela planificarea udărilor cu cerințele pentru apă ale plantelor, în limitele capacității componentelor amenajărilor și ale particularităților de distribuire a apei de irigație.

Prevederea și înștiințarea asupra momentului de aplicare a udărilor se face în țara noastră de către centrele de prognoză și avertizare a udărilor, organizate în cadrul sistemelor de irigație, fie ca puncte de avertizare, fie ca stații de avertizare.

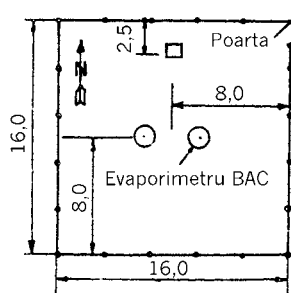


Fig. 5.1 Schița punctului de avertizare

Punctul de avertizare (fig. 5.1) reprezintă o incintă de 256 m², sub forma unui pătrat cu latura de 16 m, împrejmuită cu plasă de sârmă având ochiurile mari.

În mijlocul incintei punctului de avertizare se instalează 1 -2 evaporimetre Bac clasa A. Dacă se folosesc 2 evaporimetre, acestea se amplasează la 1 m depărtare unul de altul pe direcția E - V. În dreptul jumătății laturii nordice a suprafeței împrejmuite și la o depărtare de 2,5 m de plasa de sârmă se instalează un pluviometru, la înălțimea evaporimetrelor.

Punctul de avertizare deservește o suprafață irigată de 4000 - 5000 ha cu condiții orografice, și pedoclimatice uniforme.

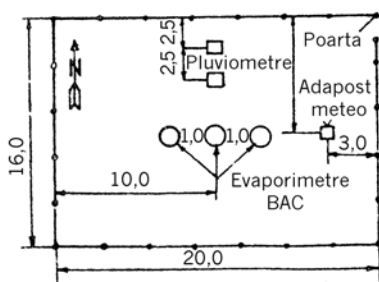


Fig. 5.2 Schița stației de avertizare

Stația de avertizare (fig. 5.2) cuprinde o incintă de 320 m², având forma dreptunghiulară cu laturile de 16 x 20 m, orientate pe direcțiile N - S și respectiv E - V dotată cu: 3 evaporimetre Bac clasa A, 3 evaporimetre Piche, 2 pluviometre și un adăpost meteorologic cu un minim de aparatură. Suprafața aferentă unei

stații de avertizare este de 50.000 - 60.000 hectare amenajate.

Sucesiunea operațiilor necesare elaborării și conducerii activității de avertizare a udărilor în sistemele de irigație, pe baza estimării consumului de apă al fiecărei culturi cu ajutorul evaporimetrelor Bac clasa A este următoarea:

- ✓ la începutul campaniei de irigație se stabilesc suprafețele și parcelele de control și se determină indicii hidrofizici ai solului;
- ✓ în parcelele de control se determină gravimetric umiditatea solului, atât la începutul campaniei de udări cât și ulterior, lunar;

- ✓ se efectuează zilnic, la aceeași oră, citiri ale nivelului apei din evaporimetre iar datele culese se înregistrează în fișa lunară de înregistrare a datelor privind evaporația apei în evaporimetrul Bac clasa A;
- ✓ se măsoară și se înregistrează precipitațiile zilnice;
- ✓ se calculează evaporația zilnică pentru fiecare evaporimetru Bac clasa A și se consideră media aritmetică;
- ✓ se determină consumul de apă zilnic ($ETRO_{zi}$) pentru fiecare cultură și solă deservită de punctul de avertizare;
- ✓ se întocmește bilanțul apei în sol după modelul din tabelul 5.1;

Tabelul 5.1

FIȘĂ MODEL
 pentru calculul bilanțului utilizat în prognoza și avertizarea udărilor
 cu ajutorul evaporimetrului Bac clasa A

UNITATEA.....
 CAPACITATEA DE CÂMP (m^3/ha).....
 NORMA DE UDARE (m^3/ha).....
 PLAFONUL MINIM (m^3/ha).....
 COEFICIENTUL DE CORECȚIE (K_p).....

Ziua	Precipitații (> 5mm) m^3/ha	Udări m^3/ha	Evaporația m^3/ha	Evapo- transpirația m^3/ha	Bilanț m^3/ha	Observații
1						
2						
3						
!						
31						

- ✓ se stabilește momentul de aplicare a udărilor;
- ✓ se emite buletinul săptămânal de avertizare a udărilor care se difuzează fiecărei unități agricole din raza de acțiune a punctului de avertizare;
- ✓ se întocmește și urmărește respectarea programului de aplicarea udărilor conform datelor din buletinul de avertizare.

Întrebări recapitulative

- Explicați modul de amenajare a unei stații de avertizare a udărilor.
- Prezentați succesiunea operațiilor necesare elaborării și conducerii activității de avertizare a udărilor în sistemele de irigație, pe baza estimării consumului de apă al fiecărei culturi cu ajutorul evaporimetrelor Bac clasa A.

VI. TEHNICA IRIGAȚIEI PRIN SCURGERE LA SUPRAFAȚĂ

6.1 Cerințele și limitele folosirii raționale a irigației prin scurgere la suprafață

6.2 Amenajarea sectorului de irigație

6.3 Rețeaua provizorie din pământ

6.4 Folosirea conductelor transportabile în rețeaua provizorie de irigație

6.5 Dispozitive pentru dirijarea apei în rețeaua provizorie de irigație

6.6 Elementele tehnice ale udării prin brazde

6.7 Elementele tehnice ale udării prin fâșii

6.8 Organizarea aplicării udărilor

6.1 Cerințele și limitele folosirii raționale a irigației prin scurgere la suprafață

Caracteristica principală a irigației prin scurgere la suprafață constă în circulația gravitațională a apei de irigație pe trasee dirijate în câmpurile ocupate cu plante, pentru infiltrarea în stratul activ de sol.

Irigarea prin scurgere la suprafață prezintă prin comparație cu alte metode de udare o serie de avantaje cum sunt:

- ✓ poate fi aplicată tuturor culturilor agricole și horticole;
- ✓ necesită, în general, investiții moderate pentru amenajare și investiții specifice mici pentru echipamentul de udare;
- ✓ permite distribuția apei cu consumuri energetice mici;
- ✓ asigură o bună productivitate a muncii udătorilor (2 - 15 ha/schimb);
- ✓ realizează umezirea satisfăcătoare a stratului activ de sol dacă elementele care conduc apa la plante sunt bine stabilite și trasate;
- ✓ se poate aplica în zonele cu frecvențe și viteze mari ale vântului etc.

Pot fi evidențiate și unele dezavantaje ale metodei, în care:

- ✓ necesitatea mișcării unor volume mari de pământ pentru nivelarea capitală a parcelelor de irigație din cuprinsul sistemelor cu microrelieful terenului bine exprimat;
- ✓ realizarea unui randament al udării mic datorită pierderilor de apă prin percolare și prin evacuare pe la capetele aval ale brazdelor și fâșiilor de udare;

- ✓ costul ridicat al automatizării distribuției apei;
- ✓ consumul mare de forță de muncă cu grad ridicat de specializare ș. a.

Cadrul de aplicare a irigației prin scurgere la suprafață este limitat de caracteristicile solului, hidrogeologia zonei, orografia terenului și planta de cultură.

Solul este favorabil aplicării udării prin scurgere la suprafață dacă:

- ✓ stratificația texturală în zona radiculară este cât mai uniformă;
- ✓ capacitatea de înmagazinare a apei este mare;
- ✓ viteza de infiltrație a apei are valori cuprinse între 2 - 3 mm/oră, în cazul solurilor argiloase necontractile și 75 mm/oră la nisipurilor lutoase;
- ✓ există un drenaj natural bun, erodabilitatea este mică și solul nu este salinizat.

Condițiile hidrogeologice ale terenului irigat trebuie să se caracterizeze prin niveluri ale apei freatice situate la adâncimi mai mari de 3 - 4 m. Când adâncimea apei freatice este mai mică de 3 - 4 m, udarea prin scurgere la suprafață se poate aplica dacă pe terenul interesat este amenajată și funcționează o rețea de drenaj.

Relieful oferă condiții normale irigației prin scurgere la suprafață când:

- ✓ suprafața terenului de irigat are microrelieful slab exprimat și uniform;
- ✓ pantele terenului sunt cuprinse între 0,07 % - 5 %.

6.2 Amenajarea sectorului de irigație

Sectorul de irigație reprezintă suprafața de teren aferentă celui mai mic element al rețelei permanente de distribuție care poate fi: un canal distribuitor de sector (CDS), un jgheab distribuitor de sector (JDS) sau o antenă.

Forma obișnuită a sectorului de irigație este dreptunghiulară, cu laturile de 400 - 800 m x 800 - 2000 m și suprafața între 30 - 80 ha.

În interiorul sectorului de irigație apa circulă dirijat printr-o rețea provizorie (temporară) din pământ sau din conducte transportabile și din pământ.

Amenajarea sectorului de irigație se realizează anual în scopul asigurării condițiilor favorabile aplicării udării și cuprinde nivelarea de exploatare și trasarea și executarea rețelei provizorie de irigație.

Nivelarea de exploatare. Spre deosebire de nivelarea capitală care se execută, de regulă, o singură dată la înființarea sistemului de irigație, nivelarea de exploatare a sectorului de irigație este o lucrare anuală (uneori bianuală).

Nivelarea de exploatare a sectorului de irigație asigură condițiile favorabile conducerii și distribuției corecte a apei de. Prin lucrările anuale de nivelare se elimină denivelările apărute pe suprafața sectorului de irigație în procesul de producție și se desființează rețeaua provizorie veche.

O bună nivelare de exploatare trebuie să asigure pe direcția elementelor active de udare pante continue și uniforme, fără denivelări mai mari de ± 5 cm și să nu decapeze din orizontul superficial al solului straturi mai mari de 5 - 15 cm.

Nivelarea de exploatare de bună calitate se poate realiza dacă solul a fost în prealabil arat, arătura nu prezintă bulgări mari și resturi vegetale multe iar starea umidității solului este optimă spargerii bulgărilor cu ușurință și tasării minime.

Pentru culturile de vară, nivelarea se execută cel mai bine în arătura executată la 15 - 18 cm, după premergătoarele timpurii (orz, mazăre etc). Nivelarea se poate face, de asemenea, toamna în arătura de bază sau chiar primăvara, pe terenul destinat culturilor cu însămânțare târzie. Cea mai bună este nivelarea executată toamna.

La executarea nivelării de exploatare se folosesc utilaje diferite de la improvizații simple (cum este șina grea de fier trasă de-a curmezișul) până la nivelatoare mecanice perfecționate.

Trasarea rețelei provizorii de irigație. Rețeaua provizorie de irigație de pe suprafața sectorului de irigație poate cuprinde canale provizorii de irigație (c.p.i.), rigole de udare și brazde sau fâșii de udare.

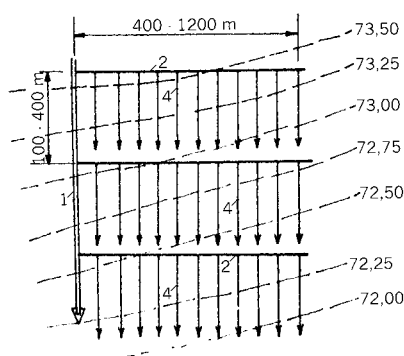


Fig. 6.1 Amplasarea rețelei provizorii de irigații după schema transversală
1 - CDS (antena, jgheab); 2 - canal provizoriu de irigații; 4 - brazde de udare

Suprafața de teren din incinta sectorului de irigație, aferentă unui c.p.i. se numește *parcelă de irigație* și poate avea 3 - 20 ha.

Sectorul de irigație poate fi amenajat în schema transversală (pe terenurile $i > 1$ ‰) sau longitudinală (dacă $0,7\% < i < 1\%$ și $i > 1,5\%$).

Schema transversală (fig. 6.1) are elementele active de udare (brazde, fâșii) dispuse aproximativ perpendicular pe c.p.i.

La *schema longitudinală* (fig. 6.2), brazdele sau fâșiile de udare se trasează în lungul c.p.i., fiind orientate pe linia de cea mai mare pantă, iar rigolele de legătură, pe direcția generală a curbelor de nivel.

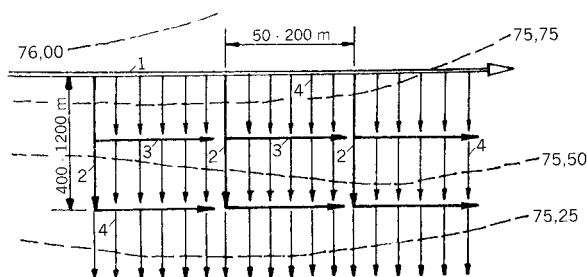


Fig. 6.2 Amplasarea rețelei provizorii de irigații după schema longitudinală
1 - CDS (antena, jgheab); 2 - canal provizoriu de irigații; 3 - rigolă; 4 - brazde de udare

Spre deosebire de schema transversală, schema longitudinală este mai favorabilă aplicării lucrărilor de întreținere a culturilor deoarece permite deplasarea agregatelor agricole în lungul c.p.i. Totuși, schema longitudinală se evită fiindcă este mai complicată în ce

privește conducerea apei și în plus, rețeaua acesteia scoate din circuitul productiv o suprafață mai mare de teren arabil.

6.3 Rețeaua provizorie din pământ

Elementele rețelei provizorii din pământ se diferențiază după rolul lor în:

- ✓ canale provizorii de irigație (c.p.i.) care conduc apa de la CDS în rigole, brazde sau fâșii de udare;
- ✓ rigole (brazde de legătură) care primesc apa din c.p.i. și alimentează brazdele sau fâșiile de udare;
- ✓ brazde de udare, corugate și fâșii de udare, elementele active ale udării, din care se produce infiltrarea productivă în sol a apei de irigație.

Canalele provizorii de irigație. Momentul construcției c.p.i. trebuie ales după răsăritul culturii, când plantele sunt încă mici, pentru ca acestea să nu stânjenească executarea lucrării. Pentru culturile prășitoare se recomandă ca această lucrare să se efectueze când plantele au înălțimea de 10 - 15 cm.

Secțiunea transversală a c.p.i. este, de regulă, trapezoidală, cu lățimea la fund de 0,3 - 0,5 m, adâncimea de 0,4 - 0,6 m și taluzurile interioare de 1/1.

Pentru trecerea gravitațională a apei din c.p.i. în celelalte elemente ale rețelei provizorii, nivelul apei în canal trebuie să fie cu circa 10 cm superior cotei terenului, în cazul pantelor mici și cu 5 - 7 cm, la pante mijlocii și mari.

Lungimea unui c.p.i. este de 400 - 1000 m, depinzând de schema de amenajare, panta terenului și permeabilitatea solului.

Debitele tranzitate de c.p.i. variază, obișnuit, între 40 - 80 l/s.

Calculul debitului se efectuează cu relația:

$$Q_{cpi} = \frac{m \cdot S}{3,6 \cdot t \cdot T \cdot \eta_u \cdot \eta_{cpi}} \quad (6.1)$$

în care:

- | | |
|--------------|---|
| Q_{cpi} | este debitul c.p.i., în l/s; |
| m | - norma de udare, în m ³ /ha; |
| t | - timpul de udare într-o zi, în ore; |
| T | - durata de udare, în zile; |
| η_u | - randamentul udării în câmp (0,85 - 0,90); |
| η_{cpi} | - randamentul c.p.i. (0,85 - 0,90). |

Închiderea secțiunii c.p.i. se face după strângerea recoltei, în vederea pregătirii terenului pentru cultura următoare. Operația se realizează fie cu plugul obișnuit, arând la cormană dus și întors, fie folosind grederul.

Rigolele de udare au lungimea egală cu distanța între două c.p.i. iar depărtarea între două rigole depinde de lungimile brazdelor sau fâșiilor de udare.

Secțiunea transversală a rigolelor este, ca și la c.p.i., în debleu-rambleu, de formă trapezoidală (adâncimea de 0,3 - 0,4 m lățimea la fund de 0,3 m și taluzurile 1:1), au panta foarte mică, apropiată de zero și tranzitează debite de 20 - 40 l/s.

Deschiderea rigolelor în câmpul irigat se face cu puțin timp înainte începerii campaniei de aplicare a udărilor, după executarea brazdelor de udare, pentru a nu stânjeni efectuarea lucrărilor de întreținere în lungul rândurilor de plante. Se execută cu plugul PPC într-o singură trecere, dar se poate folosi și plugul obișnuit cu o trupiță, care deschide rigola în două treceri (dus și întors), arând „în lături”.

În secțiunea rigolei trebuie asigurat pentru nivelul apei, o cotă superioară terenului cu 3 - 5 cm. Datorită lucrărilor solului, aplicate cu mijloacele mecanizate după udări, rigolele se distrug parțial și trebuie refăcute înainte de fiecare udare.

Brazdele de udare reprezintă elementele active propriu-zise ale rețelei provizorii de udare prin brazde întrucât ele asigură infiltrarea productivă în sol a apei de irigație. Se folosesc mai multe categorii de brazde de udare (brazde orizontale, brazde normale, brazde de contur și corugate), care se diferențiază în funcție de panta terenului și panta cultivată.

Corugatele sunt brazde de udare înșămânțate, folosite la irigarea culturilor semănate în rânduri dese, în special pentru grâu. Au lățimea de 15 - 30 cm, adâncimea de 7 - 12 cm și lungimea de 30 - 200 m.

Deschiderea brazdelor de udare la culturile prășitoare cu talie înaltă se face cu puțin timp înainte de aplicarea primei udări, când plantele au înălțimea de până la 90 cm pentru a nu fi rupte de agregatul de lucru și de preferință, în orele amiezii când turgescența este mai mică. Deschiderea brazdelor mai timpuriu nu este rațională întrucât determină creșterea evaporației apei din sol.

Pentru executarea lucrării se folosesc cultivatoarele suspendate, prevăzute cu corpuri de rariță sau agregate speciale de deschis brazde de udare iar desființarea lor se face odată cu lucrările de pregătire a terenului pentru cultura postmergătoare.

Brazdele înșămânțate se deschid după semănatul culturii, cu ajutorul unui utilaj simplu numit corugator, care acționează asupra solului prin apăsare.

Fâșiile de udare reprezintă elementele active ale rețelei provizorii de irigație în cazul udării culturilor semănate în rânduri dese, cum este de exemplu lucerna.

Fâșiile de udare sunt suprafețe dreptunghiulare cu lungimea pe direcția rândurilor de plante delimitate prin digulețe despărțitoare.

Lungimea fâșiei de udare variază între 60 - 400 m, obișnuit 150 - 200 m, în funcție de panta terenului, textura solului și precizia de nivelare iar lățimea este, de regulă, un multiplu al lățimii semănătorii.

6.4 Folosirea conductelor transportabile în rețeaua provizorie de irigație

În amenajările moderne de irigație și pe terenurile cu pante mai mari, canalele provizorii și rigolele din pământ se înlocuiesc cu conducte transportabile (mobile) realizându-se următoarele avantaje:

- ✓ se reduce considerabil suprafața terenului scos din circuitul productiv, pierderile de teren micșorându-se până la 1%;
- ✓ se ușurează executarea mecanizată a lucrărilor de întreținere a culturilor;
- ✓ se pot iriga prin brazde și terenurile cu pante mai mari, eliminându-se pericolul eroziunii solului;
- ✓ se micșorează mult pierderile de apă prin percolarea stratului activ de sol;
- ✓ sporește productivitatea muncii udătorilor de 3 - 5 ori;
- ✓ se diminuează considerabil volumul de terasamente necesar pentru deschiderea rețelei provizorii din pământ;
- ✓ se asigură circulația apei pe brazde în condiții mai bune.

Conductele transportabile asigură, fie tranzitarea apei de la ultimul element al rețelei permanente în interiorul sectorului de irigație - când au rolul de *conducte de transport* - fie distribuția apei pe elementele active (brazde, fâșii), caz în care funcționează în calitate de *conducte de udare*.

În amenajările din România se folosesc două tipuri de echipamente, după cum conductele sunt flexibile sau rigide.

Echipamentul din conducte flexibile (fig. 6.3 b) cuprinde conducte de transport, conducte de udare și accesorii pentru îmbinare pe reglaj.

Principalele caracteristici tehnice ale echipamentului sunt:

- ✓ conductele sunt confecționate din țesătură de fibre poliamide, impregnată pe ambele părți cu cauciuc butyl;
- ✓ tronsoanele care alcătuiesc conductele au lungimea de 30 m și pot fi de diferite diametre (210 mm; 254 mm și 307 mm);

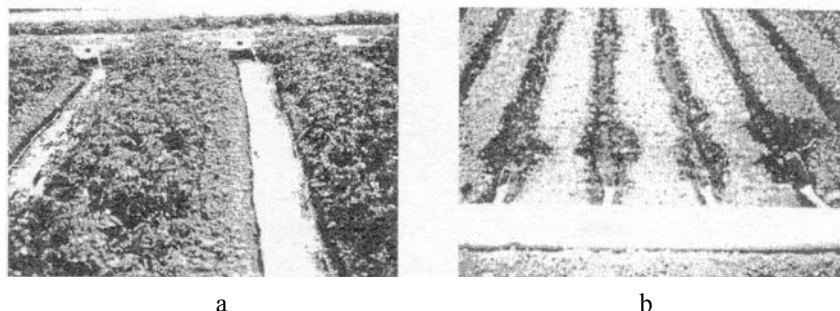


Fig. 6.3 Echipamente de udare din conducte transportabile. a - rigide; b - flexibile

- ✓ conducta de udare se compune din tronsoane prevăzute cu orificii și dispozitive reglabile din polietilenă, pentru alimentarea cu apă a brazdelor;
- ✓ tronsoanele din componența conductei de udare sunt prevăzute cu câte 37 orificii - echidistanțate la 80 cm - prevăzute cu dispozitive de reglare a debitului;
- ✓ dispozitivul de reglare a debitului e prevăzut cu un furtun de 80 cm lungime, având rolul de dirijare a jetului de apă în brazdă fără să provoace eroziune;
- ✓ îmbinarea tronsoanelor pentru alcătuirea conductei de udare se realizează cu ajutorul unor accesorii metalice din tabla galvanizată.

Echipamentul din conducte rigide (fig. 6.3 a) poate fi alcătuit din conducte de aluminiu, tablă de oțel sau din mase plastice (p.v.c).

În sistemele de irigație cu conducte de joasă presiune se folosește echipamentul de udare din conducte de aluminiu cu diametrul de 150 mm (EUBA - 150).

Echipamentul este fabricat în trei variante de lungime (200, 300, și 400 m) și se compune din tronsoane de udare, vană cu bransament mobil ($\varnothing = 150$ mm), teuri, bușoane de capăt și cot de 90 °.

Tronsoanele din care se formează conducta de transport lungimea de 6100 mm. Aceste tuburi au la una din extremități capul de prindere tip „cuplaj rapid” - cu garnitură de cauciuc pentru etanșare hidraulică - cealaltă extremitate fiind ambutisată și prevăzută cu colier și cârlig pentru cuplarea cu tronsonul următor.

Conducta de udare se alcătuiește din tronsoane care sunt prevăzute, în plus, cu orificii reglabile, echidistanțate. Tuburile de udare se fabrică în 4 variante, din care: două cu lungimea de 6580 mm și două cu lungimea de 6180 mm. Tronsoanele de 6580 mm pot fi prevăzute cu 8 orificii echidistanțate la 80 cm sau cu 9 orificii la distanțe de câte 70 cm. Tronsoanele de 6180 mm au, fie 10 orificii la intervale de câte 60 cm, fie 6 orificii distanțate la 100 cm, unul de altul.

Fiecare orificiu este prevăzut cu un sertăraș obturator pentru reglarea debitului și poate fi echipat și cu o mânecută detașabilă cu lungimea de 95 cm, din țesătură, pentru disiparea energiei cinetice a jetului de apă.

Debitul conductei de udare la EUBA - 150 poate varia în limitele 20 - 30 l/s.

6.5 Dispozitive pentru dirijarea apei în rețeaua provizorie de irigație

În afară de conductele transportabile, la aplicarea udărilor prin scurgere la suprafață se folosesc unele dispozitive (panouri mobile, sifoane portabile și tuburi de udare) care contribuie la optimizarea aplicării udării.

Panourile mobile (fig. 6.4) sunt obloane din tablă, lemn sau pânză impermeabilă întinsă pe un cadru rigid, folosite la biefarea (fragmentarea) canalelor provizorii și rigolelor de irigație, pentru a ridica și menține nivelul apei la cote constante, necesare funcționării normale a sifoanelor portabile și tuburilor de udare.

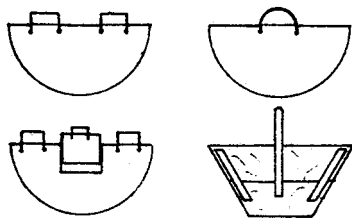


Fig. 6.4 Panouri mobile

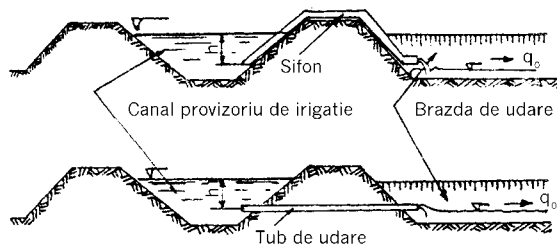


Fig. 6.5 Sifoane și tuburi de udare

Panourile mobile se așează transversal în albia canalului (rigolei), înfingându-se în pământ prin apăsare cu mâna. Se barează astfel, secțiunea de curgere și prin acestea, se ridică nivelul apei la o cotă superioară necesară.

Sifoanele portabile sunt tuburi din diferite materiale (tablă, p.v.c, cauciuc etc), de formă trapezoidală, arc de cerc ș. a., care servesc la trecerea apei din c.p.i. în rigolă și din rigolă în brazdele sau fâșiile de udare (fig. 6.5).

Debitul sifonului se determină cu relația:

$$Q = 2,09 \cdot D^2 \cdot \sqrt{h} \quad (6.2)$$

în care:

- Q - este debitul sifonului, în l/s;
- D - diametrul sifonului, în dm;
- h - sarcina de scurgere, în dm;

Pentru determinarea sarcinii de scurgere (h), brațele sifoanelor portabile se divizează în unități de lungime.

Tuburile de udare (fig. 6.5) sunt conducte scurte (30 - 80 cm) - din aceleași materiale ca și sifoanele portabile - care se fixează în taluzurile canalelor provizorii sau rigolelor, în dreptul brazdelor de udare, la adâncimi de 3 - 15 cm sub nivelul apei pentru a alimenta elementele active de udare.

Debitele tuburilor de udare se calculează cu relația (6.2) ca și în cazul sifoanelor portabile. Reglarea debitelor se realizează cu ajutorul panourilor mobile prin modificarea nivelului apei în canal.

6.6 Elementele tehnice ale udării prin brazde

Curgerea apei în secțiunea brazdei de udare se manifestă variat datorită interdependenței dintre debitul de alimentare, caracteristicile geometrice și hidraulice ale brazdei, însușirile hidrofizice ale solului etc. Avansul și infiltrația apei în brazde se află între o strictă intercondiționare și au sensuri opuse. Prin

urmare, pe solurile grele cu infiltrația mică, avansul apei în brazde este mare și rapid, în timp ce pe solurile ușoare, cu viteze mari de infiltrație, avansul este mic și apa parcurge în timp distanțe scurte. Pe altă parte avansul și infiltrația apei în brazde se modifică în anumite limite după aplicarea fiecărei udări, chiar la același tip de sol, datorită variației condițiilor de curgere (rugozitatea și secțiunea brazdei, tasarea și crăparea solului etc).

Elementele tehnice ale udării prin brazde la culturile prășitoare. Elementele tehnice care condiționează irigația prin brazde sunt: debitul de alimentare (q_o), distanța dintre brazde (d), lungimea brazdei (L_o) și durata udării (t_o).

Debitul de alimentare a brazdelor este parametrul care exercită influență directă asupra calității udării, exprimată prin uniformitatea de umezire a solului și volumul pierderilor de apă prin percolare sub stratul activ, asupra fenomenului de eroziune pe brazde, precum și în ce privește productivitatea muncii udătorilor.

Irigarea rațională cere ca, în procesul de aplicare a udării prin brazde să se evite, atât percolarea apei în profunzime, cât și eroziunea solului. De aceea, alimentarea brazdelor trebuie să se facă cu debite cât mai mari posibile, dar care să nu provoace eroziune. Debitul care satisface simultan cele două cerințe se numește debit maxim neeroziv (q_{mn}).

Stabilirea valorii q_{mn} se poate face cu ajutorul formulelor empirice sau prin determinarea experimentală în câmp. Astfel, se acceptă pentru (q_{mn}) relațiile (6.3).

$$\begin{aligned} q_{mn} &= \frac{0,63}{i_b} && \text{soluri mijlocii;} \\ q_{mn} &= \frac{0,70 \cdots 0,75}{i_b} && \text{soluri grele;} \\ q_{mn} &= \frac{0,55 \cdots 0,60}{i_b} && \text{soluri ușoare;} \end{aligned} \quad (6.3)$$

în care i_b este panta brazdei de udare, în %.

Cel mai bine este ca (q_{mn}) să se determine experimental. În acest scop, se alimentează mai multe brazde cu debite diferite, mai mari și mai mici (cu aproximativ 0,5 - 1/s) decât (q_{mn}) stabilit cu relațiile (6.3) și se urmărește curgerea apei în secțiunile brazdelor. Se alege cel mai mare debit folosit care nu provoacă deplasări evidente de sol.

Concomitent cu eliminarea pericolului eroziunii pe brazde, prin reglarea debitului maxim de alimentare, trebuie considerată și valoarea debitului maxim ce poate fi tranzitat prin acțiunea brazdei, adică debitul corespunzător capacității maxime de transport a brazdei (q_{mt}). Dacă se consideră viteza medie de circulație a apei în brazdă de circa 5 cm/s, atunci:

$$q_{mt} \approx 50 \cdot S \quad (6.4)$$

în care:

q_{mt} - este debitul maxim de transport, în l/s;
 S - secțiunea brazdei, în m².

În concluzie rezultă că, debitul de alimentare (q_o) nu trebuie să depășească debitul maxim neeroziv (q_{mn}) iar brazdele să aibă secțiunea suficient de mare pentru a asigura tranzitarea debitului maxim de transport (q_{mt}). Deci:

$$q_o < q_{mn} < q_{mt} \quad (6.5)$$

La culturile prășitoare irigate prin brazde, controlul eroziunii poate fi asigurat în mod practic până la pante ale brazdelor de circa 2 %.

Distribuția apei în brazde se face în *regim uniform de alimentare* sau în *regim variabil de alimentare*.

Regimul uniform de alimentare presupune folosirea aceluiași debit ($q_o = q_{mn}$) pe întreaga durată de aplicare a normei de udare. Alimentarea brazdelor cu un debit constant este specifică brazdelor lungi și foarte lungi, deschise la capătul aval, la care se amenajează o rigolă pentru colectarea surplusului de apă din irigații și precipitații. Acest regim de alimentare este potrivit când circulația apei în brazde asigură distribuirea normei de udare într-un interval de timp aproximativ egal cu durata teoretică de udare.

Regimul variabil de alimentare se aplică, obișnuit, în cazul brazdelor de udare scurte, închise la capătul aval și când rugozitatea în secțiunea de curgere este redusă. În aceste condiții, norma de udare se distribuie prin folosirea succesivă a două sau mai multe valori ale debitului:

✓ debitul inițial ($q_o = q_{mn}$), cu care se alimentează brazda până ce unda de avans a parcurs 80 - 90% din lungimea necesară și

✓ debitul de regim ($q_r = \frac{1}{K} \cdot q_o$), care se aplică ulterior, până la distribuirea completă a normei de udare ($K = 2, 3, 4, \dots$).

Distanța între brazdele de udare (d). Acest parametru este, de cele mai multe ori, depărtarea dintre rândurile plantei prășitoare cultivate. Distanța între brazde trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

✓ umectarea uniformă a solului în stratul activ, inclusiv la jumătatea intervalului dintre brazdele de udare;

✓ asigurarea condițiilor de executare mecanizată a lucrărilor, în conformitate cu particularitățile tehnologiei culturii irigate;

✓ realizarea concordanței cu depărtarea dintre orificiile de pe conductele de udare, dacă acestea intră în componența rețelei provizorii de irigație.

Umectarea uniformă a stratului activ este dependentă, în principal, de alcătuirea granulometrică a solului și ca urmare, distanța între brazde se recomandă a fi aleasă în funcție de textură astfel:

- ✓ pentru solurile ușoare $d = 0,4 \div 0,7 \text{ m}$;
- ✓ pentru solurile mijlocii $d = 0,7 \div 1,0 \text{ m}$;
- ✓ pentru solurile grele $d = 1,0 \div 1,2 \text{ m}$.

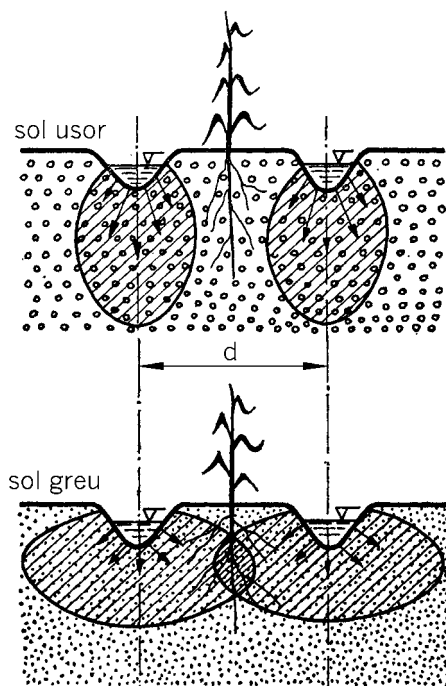


Fig. 6.6 Distribuția apei infiltrate în sol din brazda de udare în funcție de textură

Această diferențiere a distanței între brazde este determinată de faptul că în solurile ușoare, cu permeabilitatea pronunțată, circulația verticală a apei infiltrate este predominantă față de umezirea laterală, spre deosebire de solurile grele, la care conturul de umezire se dezvoltă cu precădere lateral (fig. 6.6).

Determinarea directă în câmp a distanței între brazde se poate face după cum urmează: se aplică norma de udare pe o brazdă și după 24 de ore (pentru solurile nisipoase) sau 48 ore (pentru solurile argiloase) se sapă o tranșee de circa 2 m, perpendiculară și simetrică față de traseul

brazdei; pe peretele vertical al tranșeei se măsoară lățimea (l_c) a conturului de umezire; distanța între brazde (d) reprezintă aproximativ 80% din lățimea conturului de umezire, adică: $d = 0,8 \cdot l_c$.

Din considerente de ordin practic, distanța între brazde (d) aproximată în funcție de textură, trebuie ajustată la valoarea distanței dintre rândurile de plante, stabilită prin tehnologia culturii. Pe solurile grele (dar pe care nu se formează crăpături însemnate prin procesele de umectare-uscarea), cu o bună circulație a apei în sol, distanța între brazde poate fi dublul depărtării dintre rânduri pentru culturile care se seamănă la intervale mai mici de 50 - 60 cm.

Dacă se folosesc conducte de udare, distanța între brazde trebuie să corespundă depărtării dintre orificiile acestora (0,6 m; 0,7 m; 0,8 m; 1,0 m).

Lungimea brazdei de udare. Referitor la acest element tehnic al udării se evidențiază trei noțiuni: lungimea maximă (L_{max}), lungimea maximă necesară (L_n) și lungimea optimă (L_o).

Lungimea maximă (L_{max}) este distanța cea mai mare pe care o parcurge unda de avans, alimentând brazda de udare timp îndelungat. Pentru atingerea lungimii maxime, volumul de apă necesar depășește, de regulă, norma de udare și se produc pierderi de apă mari prin percolare în zona frontală a brazdei.

Lungimea maximă necesară (L_n) reprezintă distanța parcursă de frontul de înaintare a apei prin alimentarea brazdei cu volumul de apă corespunzător normei de udare.

Lungimea optimă (L_o) este egală cu distanța udată în brazdă prin aplicarea normei de udare astfel ca pierderile de apă să fie minime iar solul să fie umezit cât mai uniform. Se înțelege că în aceste condiții se acceptă o abatere ($\pm h$) între apa infiltrată în extremitatea amonte ($+ h$) și cea aval ($- h$), față de norma de udare necesară pentru stratul activ (H).

În practica irigației se consideră lungimea optimă a brazdei (L_o) la valoarea la care pierderile de apă prin percolare sunt de cel mult 10 % din norma de udare și se asigură o productivitate ridicată la aplicarea udărilor.

Lungimea brazdei de udare este dependentă de:

- ✓ textura solului; la aceeași pantă lungimea trebuie să fie cu atât mai mică cu cât solul are textura mai ușoară;
- ✓ panta în lungul brazdei; la pante mai mari se adoptă lungimi mai mici;
- ✓ microrelieful terenului; denivelările frecvente și pronunțate ale terenului impun o lungime mică a brazdei de udare;
- ✓ precizia nivelării; cu cât nivelarea terenului este mai bine executată cu atât lungimea brazdei de udare poate fi mai mare;
- ✓ debitul de alimentare; la debite mari se adoptă lungimi mari pentru brazdele de udare.

În general, trebuie avut în vedere că lungimile mici asigură o uniformitate de udare bună dar reduc productivitatea muncii udătorilor și măresc densitatea rețelei provizorii. Lungimile mari determină umezirea neuniformă a solului din partea aval al brazdelor, pierderi mari de apă, concomitent cu levigarea accentuată a elementelor fertilizante în partea frontală a acestora și implică o lucrare de nivelare foarte bună.

Lungimea optimă a brazdei de udare se poate determina experimental (prin încercări pe teren), prin calcul și grafic.

Determinarea prin calcul a lungimii brazdelor de udare are în vedere următorul raționament:

✓ volumul de apă de irigație (V) distribuit într-un timp (t) pe o brazdă de trebuie să umezească solul în aceeași perioadă de timp (t) într-un spațiu cu lungimea (L_o), lățimea (d) și adâncimea (H), adică:

$$\frac{V}{t} = \frac{L_o \cdot d \cdot H}{3600 \cdot T} \quad (6.6)$$

în care:

$$\frac{V}{t} \quad \text{este debitul de alimentare } (q_o) \text{ în l/s;}$$

$$\frac{H}{t} \quad - \text{ viteza de infiltrație medie } (V_m) \text{ în mm/oră;}$$

$$\frac{T}{t} = 3600 \cdot t.$$

Din relația (6.6) rezultă:

$$3600 \cdot q_o = L_o \cdot d \cdot V_m \quad (6.7)$$

și mai departe:

$$L_o = 3600 \frac{q_o}{d \cdot V_m} \quad (6.8)$$

Evident, precizia de determinare prin calcul a lungimii optime a brazdei depinde de rigurozitatea cu care se stabilesc valorile (q_o) și (V_m). Valoarea determinată prin calcul trebuie verificată pe teren.

Durata aplicării udării (pe un grup de brazde succesive). Udarea nu se aplică simultan pe toate brazdele aferente c.p.i. sau conductei de udare, ci numai pe un număr de brazde ce rezultă din raportul:

$$n_b = \frac{Q_{cpi}}{q_o} = \frac{Q_{cu}}{q_o} \quad (6.9)$$

în care:

n_b		este numărul brazdelor pe care se distribuie simultan apa de irigație;
Q_{cpi}	-	debitul canalului provizoriu de irigație, în l/s;
Q_{cu}	-	debitul conductei de udare, în l/s.

Durata de distribuire a normei de udare (m) pe grupul de brazde ce se udă concomitent condiționează uniformitatea udării și volumul pierderilor de apă prin percolare. Durata teoretică de udare se calculează cu relația (6.10):

$$t_o = \frac{m \cdot L_o \cdot d}{36000 q_o} \quad (6.10)$$

în care:

$$t_o \quad \text{este durata teoretică de udare, în ore;}$$

$$m \quad - \text{ norma brută de udare, în m}^3/\text{ha;}$$

$$L_o \quad - \text{ lungimea optimă a brazdei de udare în m;}$$

$$d \quad - \text{ distanța între brazde, în m;}$$

$$q_o \quad - \text{ debitul de alimentare a brazdelor, în l/s.}$$

Pentru activitatea practică, durata udării (t_o), calculată cu relația (6.10) reprezintă doar o valoare de orientare și comparație întrucât deplasarea frontului de apă în brazde are loc cu viteze variate, exprimând condițiile de curgere, diferite

la fiecare udare în parte. Prin urmare, dacă viteza nu este constantă, parcurgerea de către apa din brazdă a lungimii (L_o) nu poate fi exprimată prin dreapta (D) din fig. 6.6, ci prin diverse curbe, între care (A), (B) și (C) reprezintă cazuri caracteristice posibile.

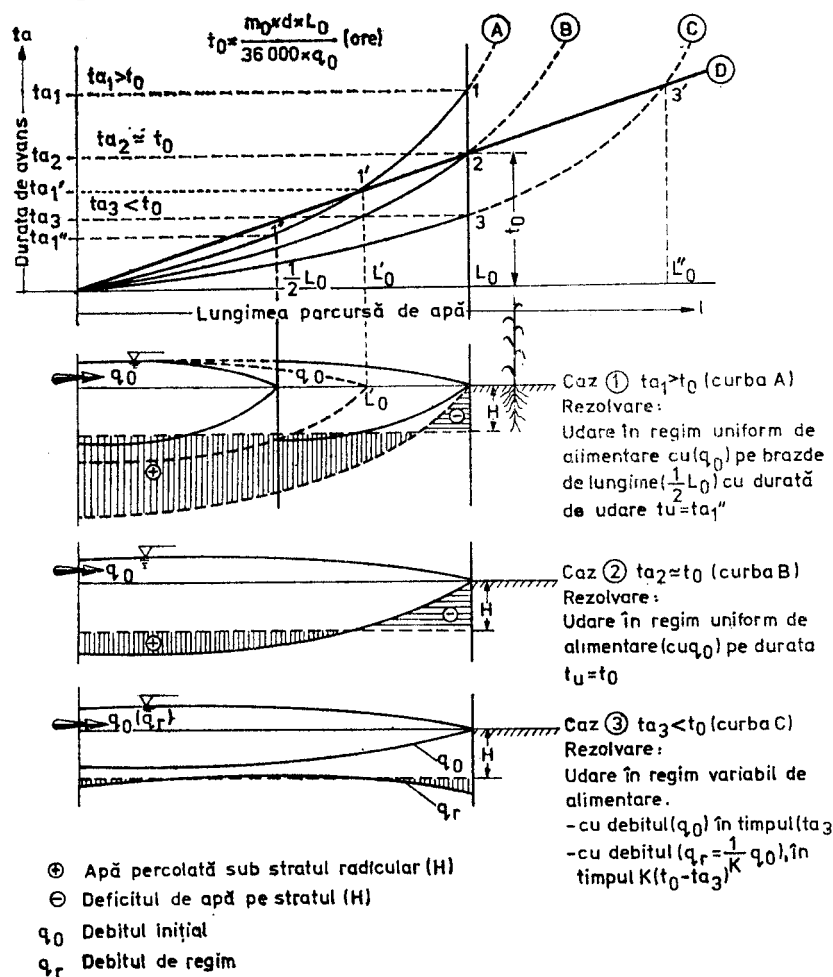


Fig. 6.16 Regimul de alimentare și durata udării la cele trei cazuri specifice ale curgerii apei în brazde de lungimea (L_o)

Cazul 1. Este reprezentativ, în general, pentru prima udare când brazdele sunt rugoase și afânate, favorizând infiltrația și stânjenind viteza de înaintare a apei pe brazde. În acest caz, exprimat prin curba (A), aplicând udarea până ce apa parcurge lungimea (L_o), durata de udare necesară (t_{a1}) este mai mare decât cea calculată (t_0). Consecințele sunt următoarele:

- ✓ se pierde cantități mari de apă prin percolare și implicit, sunt necesare consumuri suplimentare de energie de pompare și forță de muncă;
- ✓ se produce levigarea sub stratul activ (H) a unor părți din substanțele nutritive;
- ✓ nu se poate respecta timpul de revenire proiectat, de 10 - 12 zile;

Lungimea brazdei de udare care asigură distribuția normei de udare (m), adică lungimea maximă necesară (L_n), este în acest caz limitată de intersecția curbei (A) cu dreapta (D). Se observă că: $L_n < L_o$.

Consecințele provocate de prelungirea duratei de udare pentru umezirea brazdei pe lungimea (L_o) pot fi evitate astfel:

- ✓ dacă diferența între (L_n) și (L_o) este mică, se poate proceda la finisarea brazdelor înainte de aplicarea udării, cu ajutorul unor corpuri grele de forma obuzelor;
- ✓ dacă $L_n \ll L_o$, se aplică udarea succesiv, pe lungimi egale cu jumătate din lungimea (L_o) și în durate de udare $t_u \approx t_{a1}$; în această variantă se dublează manopera pentru mutarea echipamentului mobil de udare dar se asigură o udare de bună calitate.

Cazul 2. Este exprimat grafic prin curba (B) din fig. 6.6 și corespunde situației când durata reală (t_{a2}) pentru ca apa să parcurgă lungimea (L_o) este aproximativ egală cu durata de udare calculată (t_o). În această situație nu sunt necesare măsuri organizatorice suplimentare însă randamentul udării este inferior cazurilor (1) și (3).

Cazul 3. Este caracteristic curgerii apei în brazde după aplicarea primelor udări (când rugozitatea și viteza de infiltrație se micșorează) sau în situația brazdelor scurte. În acest caz, exprimat grafic prin curba (C), durata reală de udare (t_{a3}) este mai mică decât cea calculată (t_o) și în consecință, aplicând udarea în timp (t_{a3}) se distribuie în brazdă un volum de apă mai mic decât norma de udare (m).

Pentru a distribui întreaga normă, udarea trebuie continuată încă o perioadă de timp (t_r), dar cu un debit mai mic decât cel inițial și anume, cu debitul de regim (q_r).

Timpul (t_r) cu care trebuie majorat (t_{a3}), folosind debitul de regim (q_r), se stabilește astfel:

$$t_r = \frac{q_o}{q_r} (t_o - t_{a3}) \quad (6.11)$$

Când se folosesc conducte la aplicarea udării este necesar să se determine durata de funcționare și de staționare într-o poziție a conductei de udare cu orificii.

Durata efectivă de udare (T_u) se calculează cu relația:

$$T_u = \frac{m \cdot L_o \cdot L_c}{36.000 \cdot Q_o} \quad (6.12)$$

în care:

- T_u este durata efectivă de udare, în ore;
- m - norma de udare, în m^3/ha ;
- L_c - lungimea conductei de udare, în m;
- Q_o - debitul conductei de udare, în l/s.

Durata de staționare (T_s) într-o poziție (ore) a conductei de udare se calculează astfel:

$$T_s = \frac{m \cdot L_o \cdot L_c}{36.000 \cdot Q_o} \cdot \frac{24}{t_f} \quad (6.13)$$

în care (t_f) reprezintă numărul orelor de udare zilnică.

Elementele tehnice ale udării prin brazde însămânțate (corugate). Udarea prin corugate este specifică pentru irigarea culturilor dese, cu înrădăcinare la mică adâncime (de ex.: grâul) dar poate fi aplicată, în primele faze de vegetație și plantelor cu înrădăcinare profundă, cum este cazul lucernei irigate prin fâșii.

Se obțin rezultate pe suprafețele cu pante de 0,5 - 2,0 %, chiar pe terenurile cu microrelieful bine exprimat și nivelarea imperfectă întrucât direcția corugatelor nu este impusă de traseele rândurilor de plante (ca în cazul prășitoarelor), brazdele însămânțate putând fi deschise aproximativ paralel cu curbele de nivel.

Normele de udare folosite sunt relativ mici, asigurând umezirea solului pe adâncime redusă, prin circulația apei predominant pe direcție laterală.

Elementele tehnice ale udării prin brazde însămânțate se stabilesc cu aproximație deoarece terenurile în care se deschid corugatele sunt nivelate mai sumar decât în cazul brazdelor de udare la culturile prășitoare.

Debitul de alimentare (q_o) a corugatelor este limitat de secțiunea mică a acestora încât, de regulă, nu depășește 1 l/s. Pe toată durata de udare se aplică aceeași valoare a debitului $q_o \leq q_{mn}$, folosind tuburile de udare.

În cazul în care se realizează nivelarea perfectă a terenului și se pot folosi brazde însămânțate late (cu lățimea de 30 - 50 cm și adâncimea de 8 - 12 cm), debitul de alimentare poate ajunge până la 2 - 3 l/s, fără a depăși (q_{mn}).

Distanța între corugate este de 30 - 60 cm, variind în funcție de panta terenului, textura solului și mărimea normei de udare. Între brazdele însămânțate late, distanța trebuie să fie un submultiplu al lățimii de lucru a semănătorii.

Lungimea corugatelor este în general, de 100 m, cu variație între 30 - 200 m. Corugatele mai lungi sunt corespunzătoare solurilor cu textura mijlocie-grea, panta terenului mică și în cazul distribuirii normelor de udare mari.

Durata de udare se poate determina orientativ cu formula (6.10) folosită în cazul brazdelor de udare a culturilor prășitoare.

6.7 Elementele tehnice ale udării prin fâșii

La udarea prin fâșii, apa se infiltrează în sol, înaintând pe suprafața fâșiei de udare cu viteza de 0,1 - 0,2 m/s, sub forma unui strat subțire cu grosimea de 2 - 3 cm. Pe suprafețele fâșiilor de udare circulația în sol, preponderent descendentă, a apei de irigație favorizează, odată cu umezirea stratului activ (H) și antrenarea în profunzime a sărurilor ușor solubile. De asemenea, udarea fâșiilor folosind sifoanele hidrometre asigură o productivitate ridicată în aplicarea udărilor, mai ales la lucernă, care rămâne pe același loc mai mulți ani.

Inconveniente principale ale udării prin fâșii constau în faptul că, favorizează formarea crustei la suprafața solului, determină pierderi mari de apă prin evaporație din stratul de inundație și implică nivelarea perfectă a terenului (fâșiilor) pentru a putea fi aplicată.

Ca și în cazul udării prin brazde, principalele elemente tehnice ale udării prin fâșii sunt: debitul fâșiei, lățimea fâșiei, lungimea fâșiei și durata de udare.

Debitul de alimentare a fâșiei de udare se stabilește cu relația (6.14):

$$q_f = q_u \cdot d \quad (6.14)$$

în care:

- q_f este debitul de alimentare a fâșiei, în 1/s;
- q_u - debitul specific, sau debitul unitar, în 1/s pentru 1 m lățime de fâșie;
- d - lățimea fâșiei, în m.

Debitul unitar se poate estima cu formula (6.15):

$$q_u = \frac{A}{I_f^{0,75}} \quad (6.15)$$

în care:

- A este un parametru cu valori variind între 0,5 - 0,7 (mai mici la solurile ușoare și mai mari la cele mijlocii și grele);
- I_f - panta în lungul fâșiei, în %.

De regulă, alimentarea fâșiei de udare se face regim uniform, folosindu-se o singură valoare de debit (q_f) pe întreaga durată de aplicare a normei de udare.

Debitul de alimentare trebuie să asigure circulația apei pe întreaga lățime a fâșiei, într-un strat cu grosimea de cel puțin 2 - 3 cm. Cu cât rugozitatea pe suprafața fâșiei de udare, determinată de plantele cultivate, este mai mare, cu atât se poate admite la aplicarea udării un strat mai gros de apă fără a fi pericol de eroziune prin irigație.

Pentru obținerea unei udări uniforme și economice, alimentarea cu apă se oprește atunci când unda a parcurs 3/4 din lungimea fâșiei.

Lățimea fâșiei de udare depinde de panta transversală (care poate fi de cel mult 2 ‰), de lățimea semănătorii și de felul culturii. Obişnuit, la pante transversale mai mari de 1 ‰, lățimea fâșiei este egală cu o lățime de lucru a semănătorii iar la pante mai mici, acest parametru însumează 2 - 3 lățimi. Trebuie avut în vedere că, lățimile fâșiilor mai mari de 10 - 12 m implică lucrări costisitoare de nivelare și dificultăți în dirijarea stratului de apă pe suprafața fâșiei.

Lungimea fâșiei de udare (L_f) este dependentă de panta în lungul acesteia, care nu trebuie să depășească 2 - 4 ‰, de permeabilitatea solului, debitul de alimentare, felul culturii etc.

Lungimea fâșiei, în m, poate fi estimată cu relația (6.16):

$$L_f = 3600 \frac{q_u}{V_i} \quad (6.16)$$

în care (V_i) este viteza medie de infiltrație în regim dinamic, în mm/oră.

Cu cât viteza de infiltrație și rugozitatea pe suprafața fâșiei sunt mai mici, cu atât poate fi mai mare lungimea fâșiei de udare. De asemenea, lungimea fâșiei poate crește odată cu panta până la valori de circa 1%, după care, majorarea înclinării longitudinale a fâșiei impune reducerea lungimii acesteia deoarece, pentru a preveni eroziunea solului este necesară micșorarea debitului de alimentare.

Valorile folosite frecvent pentru lungimea fâșiilor de udare sunt de 150 - 200 m, dar limitele de variație pentru acest element tehnic pot fi mult mai largi (60-400 m).

Durata udării depinde de norma de udare, aria fâșiei de udare și valoarea debitului unitar încât:

$$t_f = \frac{m \cdot L_f \cdot d}{36000 q_u} \quad (6.17)$$

în care:

- t_f - este durata de udare a fâșiei, în ore;
- m - norma de udare, în m^3/ha ;
- L_f - lungimea fâșiei de udare, în m;
- d - lățimea fâșiei în m;
- q_u - debitul de alimentare a fâșiei, în l/s. m.

6.8 Organizarea aplicării udărilor prin scurgere la suprafață

În cadrul fermei de culturi irigate, organizarea aplicării udărilor implică activități ce se desfășoară de la definitivarea planului de cultură și până după aplicarea ultimei udări, când încep preocupările pentru următoarea campanie de irigație.

Organizarea aplicării udărilor în cazul rețelei provizorii din pământ.

Principalele probleme ce se cer a fi rezolvate pentru aplicarea udărilor prin brazde când întreaga rețea provizorie este din pământ pot fi grupate după cum urmează:

- ✓ precizarea unor elemente de normare a muncii udătorilor;
- ✓ efectuarea lucrărilor pregătitoare aplicării udărilor;
- ✓ organizarea muncii în timpul udării propriu zise.

Precizarea unor elemente de normare a muncii udătorilor este necesară deoarece volumul de muncă pentru efectuarea operațiilor aferente aplicării udării se diferențiază mult în funcție de lungimea brazdelor de udare, gradul de nivelare a terenului, regimul de alimentare a brazdelor etc.

Volumul de muncă al unui muncitor udător se apreciază după valorile debitului de apă și normei de udare distribuite.

Debitul distribuit de un udător într-un schimb poate fi de 5 - 100 l/s iar suprafața udată de 0,3 - 7,0 ha. De exemplu, în cazul dirijării apei prin deschidere cu sapa, un udător manipulează până la 5 - 7 l/s iar dacă folosește sifoanele portabile, debitul mănuit este de cel puțin 30 - 50 l/s.

Dacă se stabilește debitul pe care îl poate distribui un udător într-un schimb (q_{ud}) și se cunoaște norma de udare (m) se poate determina aria suprafeței udate (s):

$$s = 36 \frac{q_{ud}}{m} \quad (6.17)$$

în care:

s este suprafața udată de un muncitor într-un schimb de 10 ore;
 q_{ud} - debitul distribuit de un udător, în l/s;
 m - norma de udare, în m³/ha.

Numărul de muncitori (N), pentru udarea parcelei de irigație într-un schimb de 10 ore, reprezintă raportul între ariile parcelei de irigație (S) și suprafeței udate de un muncitor (s).

$$N = \frac{S}{s} \quad (6.18)$$

În funcție de debitul canalului provizoriu de irigație ($Q_{c.p.i.}$), muncitorii udători își pot desfășura activitatea într-un schimb sau două schimburi. Organizarea lucrului în 2 schimburi este posibilă și necesară dacă:

$$N \cdot q_{ud} > Q_{cpi} \quad (6.19)$$

Numărul de muncitori pentru schimbul întâi (N_1) se stabilește cu relația:

$$N_1 = \frac{Q_{cpi}}{q_{ud}} \quad (6.20)$$

Pentru schimbul al doilea, numărul de muncitori (N_2) este:

$$N_2 = N - N_1 \quad (6.21)$$

Dacă $N_2 \cdot q_{ud} < Q_{cpi}$, în scopul evitării risipei de apă, debitul canalului provizoriu trebuie micșorat în schimbul al doilea încât să fie satisfăcută relația:

$$Q_{cpi} = N_2 \cdot q_{ud} \quad (6.22)$$

Numărul brazdelor sau a fâșiilor de udare, irigate într-un schimb de către o formație de lucru compusă din 2 udători, rezultă din relațiile (6.26).

$$n_b = \frac{2 \cdot q_{ud}}{q_b} \text{ sau } n_f = \frac{2 \cdot q_{ud}}{q_f} \quad (6.23)$$

în care:

n_b și n_f reprezintă numărul brazdelor și respectiv al fâșiilor de udare irigate de formația de lucru;
 q_{ud} - debitul distribuit de un udător într-un schimb, în l/s;
 q_b, q_f - debitul brazdei sau al fâșiei de udare, în l/s.

În general, o formație de 2 udători poate distribui apa concomitent pe 60 - 80 brazde de udare.

Lucrările pregătitoare aplicării udării constau în:

- ✓ analiza regulamentului de exploatare a amenajării; pentru fiecare solă se extrag din regulament și/sau se completează prin calcul toate elementele tehnice necesare udării;
- ✓ instruirea echipamentelor de udători cu privire la lucrările ce trebuie să le execute pentru pregătirea și desfășurarea corespunzătoare a aplicării udării;
- ✓ verificarea și asigurarea integrității secțiunilor c.p.i.;
- ✓ deschiderea brazdelor și rigolelor de udare;
- ✓ distribuirea panourilor mobile și a sifoanelor hidrometre de-a lungul rețelei provizorii;
- ✓ fixarea panourilor mobile pe tronsoanele canalului provizoriu sau ale rigolei pe care urmează a se efectua udarea.

Pentru schimbul de noapte, pregătirea udării se face la lumina zilei și cuprinde, în plus, recunoașterea suprafeței ce urmează a se uda precum și reglarea debitului c.p.i. sau al rigolei.

Organizarea muncii în timpul udării propriu-zise se diferențiază atât după calitatea nivelării, cât și în funcție de regimul aplicat pentru alimentarea brazdelor.

În cazul terenurilor neuniforme și insuficient de bine nivelate, udarea se aplică prin brazde scurte, sub 100 m lungime și sarcinile formației de udători se repartizează astfel:

- ✓ un udător lucrează pe canalul provizoriu sau pe rigolă, manipulând panourile mobile și sifoanele hidrometre pentru alimentarea brazdelor de udare cu debitele necesare;
- ✓ al doilea udător lucrează în interiorul parcelei irigate, efectuând următoarele operații:
 - ✓ reglează cu sapa circulația apei în brazde;
 - ✓ la udarea prin fâșii folosește tăblia pentru distribuirea uniformă a apei pe suprafața fâșiei;
 - ✓ anunță pe udătorul care alimentează brazdele de udare când unda de avans a parcurs 3/4 din lungimea brazdelor.

În parcelele cu panta uniformă și bine nivelate se amenajează, obișnuit, brazde lungi pe care circulația apei se face relativ ușor astfel că, nu mai este necesară activitatea udătorului în interiorul parcelei de irigație. Astfel, productivitatea aplicării udării crește de 3 - 5 ori, comparativ cu udarea prin brazdele scurte, datorită majorării frontului de alimentare a brazdelor și duratei mai mari de funcționare a sifoanelor.

Dacă alimentarea brazdelor se face în regim uniform, în afara seriei de sifoane care funcționează pe digulețul c. p. i sau al rigolei, se mai așează încă o serie de sifoane „în așteptare”, care se amorsează succesiv, pe măsura expirării perioadei de funcționare a sifoanelor din prima serie.

Când alimentarea brazdelor sau fâșiilor de udare se face în regim neuniform, cu debitul inițial $q_o \leq q_{mn}$ și debitul de regim $q_r = q_o / K$, se pregătesc pentru udare (K) grupuri (seturi) de brazde. Pentru grup de brazde, debitul inițial se distribuie cu ajutorul a câte (K) sifoane hidrometre de același diametru.

Se începe udarea la primul grup de brazde, cu (q_o). După exprimarea duratei de udare (t_{a3}) cu acest debit, se întrerupe alimentarea grupului al doilea de brazde, folosind același debit (q_o). Dacă debitul de regim reprezintă 1/3 sau 1/4 din debitul inițial ($K = 3$ sau $K = 4$), atunci se procedează analog și cu al treilea și cu al patrulea grup de brazde de udare.

După ce grupurile de brazde de udare au fost udate succesiv cu debitul inițial (q_o), pe durata de udare (t_{a3}), se trece la udarea concomitentă a acestora cu debitul de regim $q_r = q_o / K$, pe durata $t_r = K (t_o - t_{a3})$.

Reducerea debitului inițial la valoarea debitului de regim se face suspendând din funcție ($K - 1$) sifoane pentru fiecare brazdă sau fâșie de udare. Udarea se continuă cu câte un sifon pentru fiecare element activ de udare până când se epuizează timpul (t_r), corespunzător distribuirii integrale a normei de udare (m).

Formațiile de udători sunt constituite, de regulă, într-o echipă de udare condusă de un șef cu următoarele atribuții:

- ✓ îndrumă și controlează activitatea tuturor formațiilor de udători din echipă;
- ✓ pregătește udarea, măsoară și reglează debitele de distribuit;
- ✓ stabilește și urmărește modalitatea de desfășurare a udării;

Organizarea aplicării udărilor folosind conducte mobile de udare.

Întrebuințarea conductelor mobile pentru udarea prin scurgere la suprafață implică, în primul rând, dimensionarea setului de udare - în funcție de schema de udare și tipul de echipament - respectând criteriile de organizare a teritoriului.

Un set de udare deservește 20 - 60 ha, adică suprafața corespunzătoare unui sector de irigație care, obișnuit, este egală cu sola din asolamentul irigat. Uneori, o solă poate cuprinde mai multe sectoare.

Dacă udarea se aplică folosind schema longitudinală, setul de udare cuprinde: conducta de transport, conducta de udare și accesoriile. În cazul schemei transversale sunt necesare numai conducta de udare și accesoriile aferente. Dacă lungimea brazdelor de udare nu este divizibilă cu distanța dintre hidranții antenei, se folosește conducta de transport și în cazul schemei transversale.

Pentru organizarea udării propriu-zise, în fermă se efectuează următoarea succesiune de operații:

1. Se verifică întregul echipament de udare și se asigură acestuia starea tehnică de funcționare corespunzătoare prevederilor din regulamentul de exploatare.
2. Pentru fiecare solă, se extrag din regulamentul de exploatare, sau se completează prin calcul, elementele tehnice ale udării - inclusiv schema de mutare a setului - după care, aceste date se evidențiază grafic în planul de situație.
3. Se corelează debitul de alimentare a brazdelor cu debitul conductei și numărul de orificii care urmează să funcționeze simultan:

$$q_o = \frac{Q_c}{n_{ot} \cdot N_t} \leq q_{mn} \quad (6.24)$$

în care:

- q_o este debitul de alimentare a brazdei prin orificiile conductei de udare, în 1/s;
- Q_c - debitul conductei de udare, în 1/s;
- n_{ot} - numărul orificiilor care funcționează pe un tronson de conductă de udare;
- N_t - numărul tronsoanelor care alcătuiesc un grup de udare.

4. Se stabilește lungimea conductei de udare (L_c):

$$L_c = l_t \cdot N_g \cdot K \quad (6.25)$$

în care:

- l_t reprezintă lungimea unui tronson de conductă de udare, în m;
- N_g - numărul grupurilor de udare din componența conductei de udare (4 - 6);
- N_t - numărul de tronsoane care alcătuiesc un grup de udare;
- N_t - numărul tronsoanelor care alcătuiesc un grup de udare.
- $K = \frac{q_o}{q_r} = 1, 2, 3, 4, \dots$

Dacă mutarea conductei de udare se face manual, în componența setului se prevede un număr de tronsoane de rezervă, egal cu produsul $N_t \cdot K$ și care corespunde unui grup de udare folosit pentru aplicarea udării în următoarea poziție a conductei de udare. Prin urmare, numărul total (NT) de tronsoane care alcătuiesc setul este:

$$NT = N_t \cdot K (l + N_g) \quad (6.26)$$

5. Se calculează durata teoretică de udare (t_o) cu relația (6.10), se stabilește regimul de alimentare cu apă a brazdelor și se determină durata efectivă de udare (t_u) a grupului de brazde aferent numărului de tronsoane active (N_t), pentru cele trei cazuri distincte ce rezultă din comparația între (t_o) și (t_u):

cazul I. $t_{a1} > t_o$; $t_u = t_o / 2$; se udă cu debitul (q_o) un număr de tronsoane (N_t), folosind brazde cu lungimea $L_o / 2$;

cazul II. $t_{a2} \approx t_o$; $t_u = t_o$; se udă cu (q_o) un număr (N_t) de tronsoane, folosind brazde cu lungimea L_o ;

cazul III. $t_{a3} < t_o$; $t_u = K \cdot t_o$; se udă succesiv un număr (K) de grupuri a câte (N_t) tronsoane, cu debitul inițial (q_o), pe durata a câte (t_{a3}) și apoi concomitent toate cele ($N_t \cdot K$) tronsoane, cu debitul de regim $q_r = 1/K \cdot q_o$, un timp $t_r = K(t_o - t_{a3})$; distribuirea integrală a normei de udare de către grupul de udare format din ($N_t \cdot K$) tronsoane se realizează pe durata $t_u = K \cdot t_o$.

6. Se calculează timpul de funcționare (T_u) și timpul de staționare (T_s) ale conductei de udare într-o poziție de lucru, folosind relațiile (6.12) și (6.13).

7. Se determină numărul pozițiilor de lucru (N_p) ale conductei de udare:

$$N_p = \frac{36000 \cdot Q_c \cdot T_r \cdot t_f}{L_o \cdot L_c \cdot m} \quad (6.27)$$

în care:

N_p reprezintă numărul pozițiilor de lucru (număr întreg) ale conductei de udare în timpul de revenire (T_r), în zile;
 t_f - durata zilnică de udare, în ore;
 L_o - lungimea brazdelor de udare în m;
 L_c - lungimea conductei de udare, în m;
 m - norma de udare, în m^3/ha ;
 Q_c - debitul conductei de udare, în l/s ;

8. Se stabilește suprafața deservită de setul de udare într-un ciclu de udare:

$$S_u = \frac{3,6 \cdot Q_c \cdot T_r \cdot T_f}{m} \quad (6.28)$$

verificare:

$$S_u = \frac{N_p \cdot L_o \cdot L_c}{10^4} \quad (6.29)$$

în care:

S_u reprezintă suprafața deservită într-un ciclu de udare, în ha.

9. Se întocmește schița mutării setului de udare în cadrul solei (fig. 6.7 și 6.8);

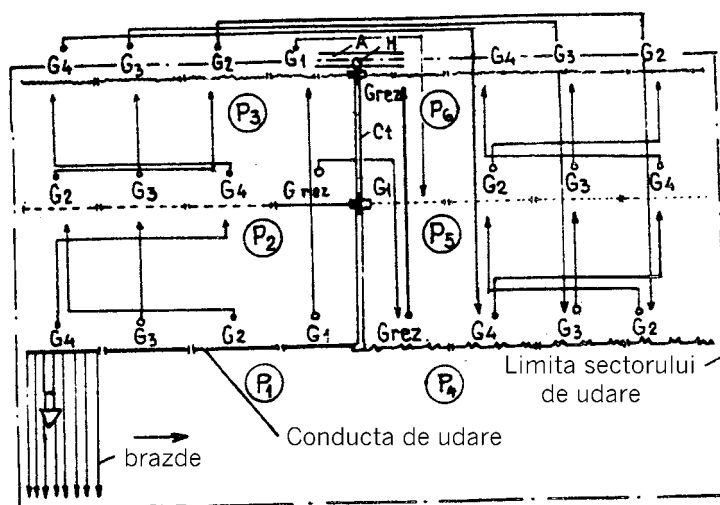


Fig. 6.7 Componenta setului de udare cu conducte mobile, în schemă longitudinală și ordinea de mutare a grupurilor de udare

A - antenă; H - hidrant; $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$ - grupurile de udare, C_t - conductă de transport; $P_1 - P_6$ - pozițiile succesive ale conductei de udare

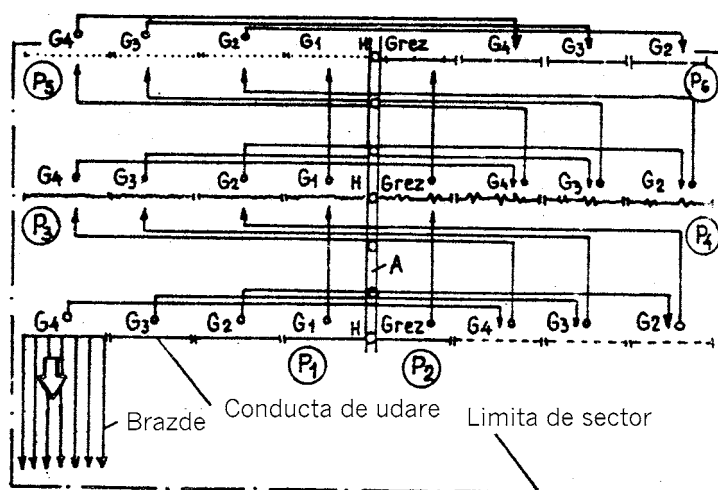


Fig. 6.8 Componenta setului de udare în schemă transversală și ordinea de mutare a grupurilor de udare

La elaborarea schiței de mutare a setului de udare trebuie să se aibă în vedere necesitatea ca udătorii să se deplaseze pe teren uscat, în care scop:

- ✓ conducta de udare ocupă în prima poziție partea cea mai joasă a sectorului de udare;
- ✓ aplicarea udării începe dinspre dopul de capăt și continuă către secțiunea de alimentare a conductei de udare.

10. Se întocmește graficul zilnic de udare.

11. Se stabilesc necesarul de udători și numărul de echipe, având în vedere că 2 - 3 udători bine instruiți pot asigura exploatarea a 2 seturi de udare, în condiții de nivelare corespunzătoare și mutare mecanizată.

12. Se pregătește echipamentul pentru deschiderea brazdelor de udare și se execută udarea înainte ca înălțimea culturii să depășească 70 - 90 cm.

13. Se transportă și se montează setul de udare în prima poziție de lucru, conform schiței elaborate.

14. Se aplică udarea propriu-zisă conform programului stabilit. Șeful de echipă are obligația măsurării duratei reale de avans (t_a) a apei pe lungimea (L_o) pentru a constata unul din cele trei cazuri caracteristice ($t_a > t_o$); $t_a \approx t_o$; $t_a < t_o$); în funcție de cazul prezent va decide modul de continuare a udării.

15. După terminarea aplicării unei udări, setul de udare se aduce în poziția de start pentru udarea următoare.

Când campania de irigație s-a încheiat, seturile de udare se curăță și se depozitează pentru iernare în spații special amenajate.

Întrebări recapitulative

- ▶ Prezența avantajelor și dezavantajelor metodei de udare prin scurgere la suprafață.
- ▶ Care sunt cerințele pentru posibilitatea aplicării eficiente a udării prin scurgere la suprafață ?
- ▶ Explicați modul de funcționare a rețelei provizorii în cuprinsul sectorului de irigație amenajat în schemă transversală.
- ▶ Care este perioada favorabilă executării elementelor rețelei provizorii de irigație?
- ▶ Care sunt avantajele care decurg din folosirea conductelor transportabile în rețeaua provizorie de irigație ?
- ▶ Prezența componentelor echipamentului de udare din conducte flexibile ?
- ▶ Cum se asigură mărimea constantă a debitului preluat de sifoanele hidrometre din canalele provizorii de irigație ?
- ▶ Enumerați elementele tehnice ale udării prin brazde.
- ▶ Care este modalitatea de determinare experimentală a distanței dintre brazdele de udare ?
- ▶ Explicați cazurile caracteristice posibile ale curgerii apei în brazde.
- ▶ În funcție de ce elemente se stabilește durata de staționare într-o poziție a conductei de udare din componența echipamentului de udare EUBA - 150 ?
- ▶ Ce dezavantaje prezintă metoda de udare prin fâșii ?
- ▶ Cum se apreciază volumul de muncă depus de muncitorii care deservesc echipamentele de udare prin scurgere la suprafață ?
- ▶ Care sunt lucrările necesare pentru asigurarea aplicării unei udări de bună calitate ?
- ▶ Ce elemente permit aprecierea calitativă a udării aplicate prin brazde ?
- ▶ Prezența sarcinilor de serviciu ale formației de muncitori care activează în cazul rețelei provizorii de pământ.
- ▶ Enumerați succesiunea operațiilor desfășurate în ferma de culturi irigate pentru organizarea aplicării udării folosind echipamente de udare din conducte transportabile rigide .

VII. TEHNICA IRIGAȚIEI PRIN ASPERSIUNE

7.1 Caracteristicile metodei

7.2 Echipamente de udare prin aspersiune

7.3 Elementele tehnice ale udării prin aspersiune

7.4 Organizarea aplicării udărilor la irigația prin aspersiune

7.5 Folosirea udării prin aspersiune în scopuri speciale

7.1 Caracteristicile metodei

Irigarea prin aspersiune se realizează folosind echipamente speciale cu ajutorul cărora apa se distribuie plantelor simulând ploaia naturală.

Aspersiunea, ca metodă de udare a culturilor, a apărut la începutul secolului XX în Europa Occidentală și s-a dezvoltat odată cu tehnica de pompare încât în prezent ocupă un loc prioritar în ierarhia metodelor de udare.

În România, irigarea prin aspersiune a fost aplicată după 1950 dar a evoluat rapid, în prezent fiind folosită pe circa 80% din terenurile amenajate.

Evoluția rapidă în țara noastră a irigației prin aspersiune se explică prin unele avantaje pe care le oferă în comparație, mai ales, cu metoda de udare prin scurgere la suprafață, deși comparația este, în general, relativă deoarece fiecare metodă se poate aplica într-un număr mare de variante, care considerate în condiții naturale asemănătoare, determină rezultatele necomparabile fiindcă aceleași condiții pot favoriza o metodă și defavoriza pe cealaltă.

Principalele avantaje ale udării prin aspersiune pot fi sintetizate astfel:

✓ este aplicabilă pe toate categoriile de terenuri, inclusiv pe cele mai puțin accesibile altor metode de udare, cum sunt: terenurile cu nivelul mediu al apei freatice ridicat, cele cu micro și mezorelieful bine exprimat, terenurile cu soluri foarte permeabile (nisipoase) sau cu soluri argiloase contractile etc;

✓ oferă posibilitatea dozării precise a normelor de udare, cu efecte favorabile pentru: economisirea apei, folosirea riguroasă a regimului de irigație, aplicarea normelor de udare oricât de mici la udările speciale ș. a.;

✓ permite aplicarea udărilor în scopuri speciale, pentru: efectuarea în bune condiții a unor lucrări agricole (arătura, pregătirea patului germinativ, recoltarea sfeclei), fertilizarea cu îngrășăminte chimice ușor solubile, aplicarea tratamentelor fito-sanitare, combaterea buruienilor, corectarea microclimatului etc;

- ✓ asigură condiții pentru folosirea mai bună a terenului agricol prin înlocuirea totală sau parțială a rețelei de canale cu rețeaua de conducte îngropate și reducerea sau desființarea rețelei de evacuare;

- ✓ determină randament ridicat al rețelei de aducțiune și distribuție;

- ✓ se poate aplica fără impedimente, atât ziua cât și noaptea;

- ✓ nu implică folosirea de udători cu calificare deosebită ș. a.

Udarea prin aspersiune prezintă, firește, și unele dezavantaje, între care se evidențiază următoarele:

- ✓ metoda este costisitoare deoarece implică investiții mari pentru amenajare și cheltuieli de exploatare ridicate;

- ✓ nu poate fi aplicată în condiții de vânturi puternice, determinând o udare neuniformă;

- ✓ contribuie la distrugerea agregatelor structurale ale solului, îndesarea stratului arabil și la formarea crustei;

- ✓ aplicarea udărilor este dependentă de frecvența avariilor la agregatele de pompare și pe rețeaua de conducte;

- ✓ comparativ cu alte metode de udare, oferă udătorilor condiții mai grele de muncă la mutarea echipamentului de udare, mai ales pe solurile argiloase;

- ✓ determină pierderi importante de apă prin evaporație în timpul aplicării udării.

7.2 Echipamente pentru udarea prin aspersiune

Udarea prin aspersiune se realizează cu ajutorul unor instalații speciale care simulează ploaia naturală

Amenajările de irigație din țara noastră folosite pentru udarea prin aspersiune cu echipamente mobile de udare pot fi:

- ✓ cu conducte îngropate de înaltă presiune, la care presiunea necesară aspersiunii se realizează în echipamentul de udare prin branșarea acestuia la hidranții antenelor;

- ✓ cu conducte îngropate de joasă presiune, la care presiunea în echipamentul de udare se obține prin funcționarea unor agregate de pompare branșate la hidranții antenelor și care refulează apa în conductele de udare;

- ✓ cu canale (jgheaburi), la care presiunea de lucru în conductele de udare se realizează cu ajutorul agregatelor de pompare care aspiră apa din canal și o refulează, fie direct în echipamentul de udare, fie în antene monofilare.

După mobilitatea echipamentului de aspersiune în timpul aplicării udării, se deosebesc:

- ✓ instalații sau aripi de aspersiune staționare pe durata udării (I.I.A, I.I.A.M, I.A.T.L - 400/10,; I.A.T.L - 400/127, I.A.D.F - 400, I.A.T - 300, I.A.T - 400 ș. a);
- ✓ instalații în mișcare pe durata udării (I.A.P - 450, I.A.T.F - 300 ș. a).

Echipamentul de udare prin aspersiune cuprinde: aspersoarele, conducta de udare (aripa de aspersiune), accesoriile și uneori, agregatul de pompare.

Aspersoarele sunt piesele componente ale echipamentului de udare prin aspersiune care ejectează masa de apă, ce se găsește sub presiune în conducta de udare și o împrăștie pe suprafețe limitate, sub forma picăturilor de ploaie.

Aspersoarele pot fi metalice, din material plastic sau din metal și material plastic și se diferențiază după tipul constructiv, presiunea de lucru, raza de stropire, mobilitate etc.

În amenajările de irigație din țara noastră se folosesc diverse tipuri de aspersoare de construcție românească, între care cele mai importante sunt: ASJ - 1M, ASM - 1, ASM - 2M, AJR - 1, ARS - 2.

Aspersorul ASJ - 1M (fig. 7.1) - aspersor cu șoc, de joasă presiune, cu un singur ajutor, modernizat. Țeava de lansare a jetului de apă este înclinată față de orizontală cu 30 °. Aspersorul are masa de 0,7 kg și poate fi echipat cu duze (ajutaje), având diametrele de 5; 6; 7; 7,5 mm.

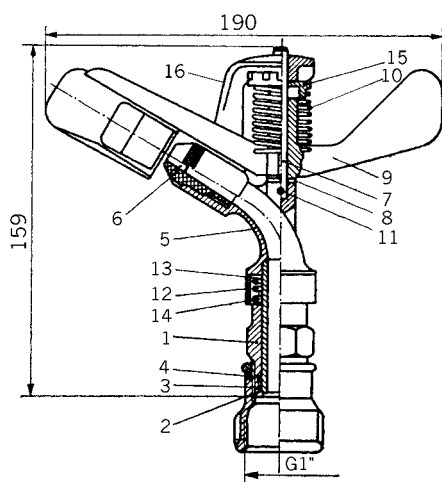


Fig. 7.1 Aspersorul ASJ - 1M

- 1 - corpul inferior; 2 - pivot;
3, 4 - garnituri; 5 - corpul superior;
6 - ajutor; 7 - ax; 8 - garnitură; 9 - braț oscilant; 10 - resort de revenire;
11 - șplint; 12 - arc de distanțare;
13 - șaibă; 14 - manșon de protecție;
15 - inel de reglare; 16 - jug

aspersorului rotații complete și repetate, udându-se suprafețe circulare.

ASJ-1-M funcționează bine în intervalul de presiune 2,5 - 4 kgf/cm². În funcție de diametrul duzei, schema de udare adoptată și presiunea de funcționare, aspersorul poate realiza intensități ale ploii extrem de variate (tab. 7.1).

Funcționarea aspersorului este determinată de presiunea jetului de apă care, lovind suprafața unei palete înclinate, (deflectorul) determină rotirea brațului oscilant în jurul axului cu circa 170°. La revenire datorită resortului, brațul oscilant întâlnește pârghia limitatoare (jugul) și ca urmare a șocului produs de impact, corpul superior al aspersorului se rotește față de poziția anterioară cu câteva grade. Revenirea paletei deflectoare pe direcția jetului de apă, determină spargerea acestuia și stropirea zonei din imediata vecinătate.

Sucesiunea acestor operații imprimă

Tabelul 7.1

Caracteristicile tehnice ale aspersorului ASJ-1-M

Diametrul duzei ϕ (mm)	Presiunea de funcționare P (kgf/cm ²)	Debitul Q (m ³ /h)	Diametrul de stropire D (m)	Intensitatea orară (i_h), în mm/h, calculată pentru schemele de udare ($d_1 \times d_2$)				
				12×12	12×18	18×18	18×24	24×24
5	2,5	1,45	30,2	10,1	6,7	4,5	3,4	2,5
	3,0	1,59	31,0	11,0	7,4	4,9	3,7	2,7
	3,5	1,72	31,6	11,9	8,0	5,3	4,0	3,0
	4,0	1,84	32,4	12,8	8,5	5,7	4,3	3,2
	4,5	1,95	33,0	13,5	9,0	6,0	4,5	3,4
6	2,5	2,02	30,8	14,0	9,4	6,2	4,7	3,5
	3,0	2,21	31,6	15,3	10,2	6,8	5,1	3,8
	3,5	2,39	32,2	16,6	11,1	7,4	5,5	4,1
	4,0	2,56	32,8	17,7	11,9	7,9	5,9	4,4
	4,5	2,71	33,4	18,8	12,1	8,4	6,3	4,6
7	2,5	2,61	33,0	18,1	12,5	8,1	6,0	4,5
	3,0	2,85	34,0	19,7	13,2	8,8	6,6	4,9
	3,5	3,08	35,0	21,4	14,2	9,5	7,1	5,3
	4,0	3,29	36,0	22,8	15,2	10,2	7,6	5,7
	4,5	3,49	37,0	24,2	16,1	10,8	8,1	6,1
7,5	2,5	3,24	34,0	22,5	15,0	10,0	7,5	5,6
	3,0	3,55	35,0	24,6	16,4	11,0	8,2	6,2
	3,5	3,83	36,0	26,6	17,7	11,8	8,9	6,6
	4,0	4,10	37,0	28,5	19,0	12,7	9,5	7,1
	4,5	4,35	38,0	30,2	20,1	13,4	10,1	7,6

Observație: schemele neîncadrate nu se recomandă a fi utilizate

Pentru realizarea ploii cu granulația fină și foarte fină este recomandabilă folosirea ASJ-1M în intervalul de intensități 4,5 - 14,2 mm/oră.

Aspersorul ASM-1 (cu șoc, de presiune medie, cu un singur jet) este asemănător aspersorului ASJ-1M, de care se deosebește prin dimensiuni. Are masa de 1,65 kg și poate fi echipat cu duze având diametrele de 8,5, 10 și 11,5 mm. Funcționează în intervalul de presiune 2,5 - 4,5 kgf/cm², realizând ploi cu granulometria medie - fină pentru intensități cuprinse între 5,0 - 15,1 mm/oră (tab. 7.2). ASM-1 este convenabil pentru irigarea culturilor de câmp, pe solurile mijlocii și ușoare.

Aspersorul ASM-2-M (cu șoc, de presiune medie, cu două țevi de lansare, modernizat) este confecționat, ca și precedentele, din alamă și are masa de 1,8 kg. Țevile de lansare a jeturilor de apă sunt opuse și fac cu orizontala unghiuri de 27°.

Funcționează corespunzător la presiuni de 4 - 5 kgf/cm². Schemele obișnuite de lucru sunt cele de 30 x 30 m și 36 x 36 m, după cum este echipat cu duzele de 11,0 + 6,3 mm sau 14,5 + 6,3 mm. Este potrivit la irigarea terenurilor ușoare și nisipurilor, pentru majoritatea culturilor, cu excepția celor sensibile. Caracteristicile tehnice principale ale ASM-2-M sunt prezentate în tabelul 7.3.

Aspersorul AJR-1 (cu un singur jet razant) are țeava de lansare a jetului înclinată față de orizontală la 7° pentru ca să poată funcționa sub coroana pomilor.

Este echipat cu duze de diametrele 3,5, 4,5 și 5,0 mm și funcționează în schemele 12 x 12; 12 x 18 și 18 x 18, la presiuni de 1,5 - 2,5 kgf/cm².

Tabelul 7.2

Caracteristicile tehnice ale aspersorului ASM-1

Diametrul duzei ϕ (mm)	Presiunea de funcționare P (kgf/cm ²)	Debitul Q (m ³ /h)	Diametrul de stropire D (m)	Intensitatea orară (i_h), în mm/h, calculată pentru schemele de udare ($d_1 \times d_2$)				
				18x18	18x24	24x24	24x30	30x30
8,5	2,5	4,14	35,0	12,8	9,6	7,2	5,7	4,6
	3,0	4,25	36,0	13,9	10,5	7,8	6,3	5,0
	3,5	4,90	37,0	15,1	11,3	8,5	6,8	5,4
	4,0	5,20	38,0	16,0	12,0	9,0	7,2	5,8
	4,5	5,54	39,0	17,1	12,8	9,6	7,7	6,1
10,0	2,5	5,60	38,0	17,3	12,9	9,7	7,8	6,2
	3,0	6,13	39,0	18,9	14,2	10,6	8,5	6,8
	3,5	6,64	40,0	20,5	15,4	11,5	9,2	7,4
	4,0	7,10	41,0	21,9	16,4	12,3	9,8	7,9
	4,5	7,56	42,0	23,3	17,5	13,1	10,5	8,4
11,5	3,0	8,10	41,0	25,0	18,7	14,1	11,2	9,0
	3,5	8,73	43,0	26,9	20,2	15,1	12,1	9,7
	4,0	9,36	44,0	28,9	21,7	16,2	13,0	10,4
	4,5	9,91	45,0	30,6	22,9	17,2	13,7	11,0

Observație: schemele neîncadrate nu se recomandă a fi utilizate

Tabelul 7.3

Caracteristicile tehnice ale aspersorului ASM-2M

Diametrul duzei ϕ (mm)	Presiunea de funcționare P (kgf/cm ²)	Debitul Q (m ³ /h)	Intensitatea orară (i_h), în mm/h, calculată pentru schemele de udare ($d_1 \times d_2$)		
			24x30	30x30	30x36
11+16,3	4,0	12,4	17,4	13,9	11,6
	4,5	13,2	18,4	14,7	12,3
	5,0	14,0	19,5	15,6	12,9
13+6,3	4,0	15,5	21,6	17,2	14,4
	4,5	16,4	23,0	18,3	15,3
	5,0	17,4	24,2	19,4	16,1
14,5+6,3	4,0	17,9	24,8	19,9	16,6
	4,5	19,0	26,4	21,2	17,6
	5,0	19,8	27,5	22,0	18,3

Aspersorul ARS-2 (reactiv, cu funcționare în sector de cerc). Se folosesc câte două aspersoare pentru instalația cu tambur și furtun (IATF - 300).

ARS-2 este dotat cu duze având diametrele de 16; 18; 20 și 22 mm. Funcționează la presiuni de 2,6 - 4,0 kgf/cm² cu debite de 10,6 - 17,6 l/s.

Montarea aspersorului la aripa de aspersiune se face prin intermediul unei mufe prevăzută cu filet interior la ambele capete. Mufa se înșurubează cu un capăt pe pivotul aspersorului iar cu celălalt pe tija prelungitoare, cu ϕ de 1" și lungimea de 450 mm sau 1350 mm. Tija prelungitoare se prinde prin cuplaj rapid la priza de aspersor a conductei de udare (fig. 7.2).

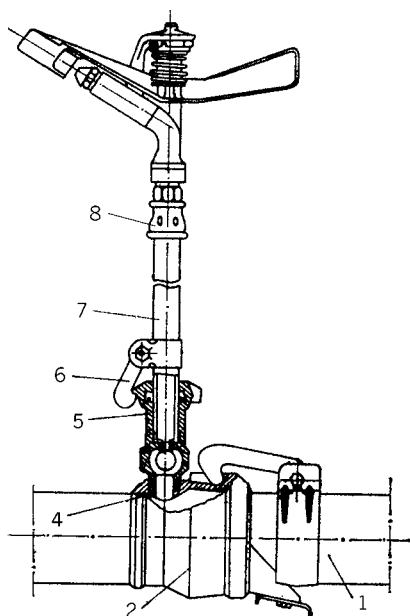


Fig. 7.2 Fixarea aspersorului la priza conductei de udare.

1 - tronsoane de conductă cuplate cu mufă 2 și cârlig 3; 4 - priza pentru aspersor; 5 - racord rapid; 6 - colier și cârlig de prindere a tijei prelungitoare; 7 tija prelungitoare; 8 - mufă pentru prinderea aspersorului la tija prelungitoare

aspersor, altele sunt fără priză; îmbinarea lor se face prin cuplaj rapid cu mufă și cârlig (vezi fig. 7.2) iar etanșarea hidraulică se realizează, la presiunea apei, prin garnituri de cauciuc profilate în „V”.

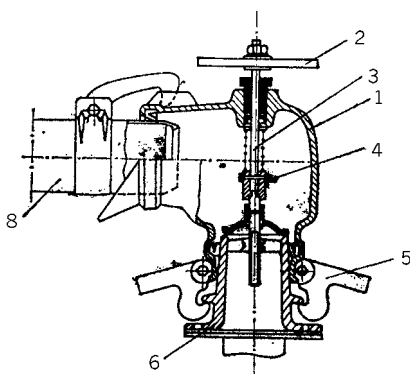


Fig. 7.3 Branșament montat la vana hidrant. 1 - corpul branșamentului; 2 - roata de manevră; 3 - ax cu arc la exterior; 4 - cuplă de legătură cu axul vanei hidrant; 5 - cârlig de prindere a branșamentului la hidrant; 6 - vana hidrant; 7 - axul vanei hidrant; 8 - tronson al aripei de aspersiune.

obturează cu ajutorul unui dop de capăt, prin cuplaj rapid cu mufă și cârlig.

Pentru instalarea aripilor de aspersiune în diferite scheme de udare se folosesc accesorii, cum sunt: teuri, cruci, reducții, ramificații și coturi.

Fiabilitatea și buna funcționare a aspersoarelor se asigură prin:

- ✓ montarea corectă pe aripă și asigurarea poziției verticale în timpul funcționării;
- ✓ protejarea împotriva loviturilor cu corpuri dure în timpul manipularilor;
- ✓ verificarea și curățirea periodică a pieselor componente (la circa 100 ore de funcționare) fără a se folosi produse petroliere.

Aripa de aspersiune este conducta mobilă, alcătuită din tuburi de aluminiu, oțel zincat, sau de metal plastic, pe care se montează aspersoarele. Cele mai folosite sunt conductele din aliaj de aluminiu, compuse din tronsoane de câte 6 m și cu diametre de 101 mm sau 127 mm. Unele tronsoane sunt prevăzute cu priză pentru

La amenajările cu rețea de înaltă presiune, aripa de aspersiune se brânșează (fig. 7.3) la hidrantul antenei (direct sau prin intermediul unei conducte de legătură, compusă din tronsoane cu diametrul de 127 mm, fără priză de aspersor) iar la amenajările cu canale, jgheaburi sau cu conducte de joasă presiune, aripa se cuplează la conducta de refulare a agregatului de pompare.

Lungimea aripei de aspersiune - multiplu de 6 m - variază, de regulă între 216 - 396 m. Extremitatea aval a aripei de aspersiune se

La irigația prin aspersiune în țara noastră se folosesc, atât aripi de udare care se mută manual cât și mecanizată în pozițiile succesive de funcționare.

Aripile (instalațiile) de aspersiune pentru mutarea manuală sunt de tipurile:

- ✓ instalația de irigație prin aspersiune (I.I.A);
- ✓ instalația de irigație prin aspersiune modernizată (I.I.A.M);

La simbolul instalației se obișnuiește adesea să se adauge și cifre care semnifică lungimea instalației (aripi de udare) și diametrul tronsoanelor de conductă ce o compun (de ex: I.I.A - 400/101, adică instalație de irigare prin aspersiune cu lungimea de 400 m și diametrul de 101 mm). Aripile de tipul *I.I.A* sunt echipate cu 9 - 18 aspersoare ASJ-1M, prevăzute cu tije prelungitoare având diametrul de 25 mm iar cele de tipul *I.I.A.M* sunt dotate cu aspersoare ASM-1 și ASM-2M și prelungitoare $\varnothing = 40$ mm. I.I.A.M este prevăzută cu garnituri și supape de autogolire precum și cu dispozitive pentru tractare longitudinală. Ambele instalații au fost proiectate pentru a funcționa la presiunea de regim de $4,5 \text{ kgf/cm}^2$.

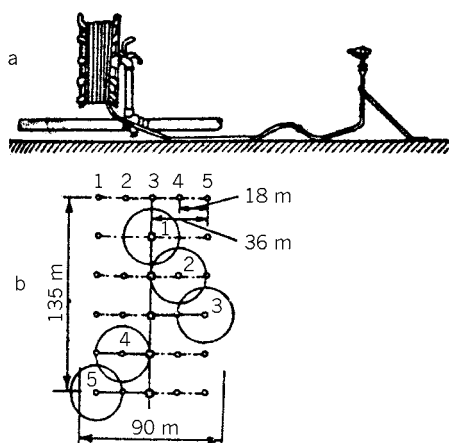


Fig. 7.4 Udate cu tuburi flexibile

a - vedere laterală; b - vedere în plan

Aripile I.I.A pot fi și de tipul *I.I.A-R.T.F* (instalație de irigație prin aspersiune cu rețea de tuburi flexibile), care sunt asemănătoare cu cele folosite curent în tehnica irigației prin aspersiune, cu deosebirea că la prizele pentru aspersoare de pe conducta de udare se montează furtunuri flexibile din PVC plastifiat, cu diametrul de 18 mm, 25 mm sau 32 mm și lungimea de 18 - 36 m, la extremitatea cărora se găsesc aspersoarele

montate pe prelungitoare, menținute în poziție verticală cu ajutorul suporturilor baionetă care se înfig în sol la adâncimea de 50 cm. I.I.A-R.T.F asigură la o staționare, funcționarea aspersoarelor în 3 - 5 poziții. Această variantă de aripă de aspersiune oferă câteva avantaje importante și anume:

- ✓ mărește considerabil durata de staționare a aripei într-o poziție;
- ✓ deplasarea aspersoarelor se face ușor, atât ziua cât și noaptea;
- ✓ productivitatea muncii udătorilor crește de circa 5 ori;
- ✓ durata de folosire a aripei se majorează cu aproximativ 12%.

Aripile (instalațiile) de aspersiune pentru deplasare (mutare) mecanizată sunt de diverse tipuri care se diferențiază, atât prin particularitățile constructive, cât și prin modalitățile de deplasare mecanizată în timpul campaniei de irigație.

Instalațiile de aspersiune tractate longitudinal (I.A.T.L) se fabrică în trei variante constructive: I.A.T.L - (222 - 330)/101, I.A.T.L - 400/101 și I.A.T.L - 400/127. Sunt destinate pentru udarea prin aspersiune a culturilor semănate în rânduri rare (îndeosebi a culturilor înalte) și a lucernei.

Alimentarea cu apă a acestor instalații se face de la hidranți, în cazul amenajărilor cu conducte îngropate sub presiune și direct de la agregatele de pompare APT - 50/60 M sau RDN - 150 - 250, pentru sistemele de irigație cu canale.

Aripile de udare de tipul I.A.T.L funcționează corespunzător pe terenurile cu panta până la 5% și care nu prezintă obstacole pe direcția de tractare longitudinală.

Mutarea mecanizată a instalației se face în lungul unor culoare realizate prin eliminarea din cultură a 1 - 2 rânduri de plante. Distanța între culoarele succesive sunt de 18 m sau 24 m, când se folosesc aspersoarele ASJ-1-M și de 30 m sau 36 m, pentru aspersoarele ASM-2M.

I.A.T.L (222-330)/101 reprezintă o aripă de aspersiune de tipul I.I.A sau I.I.A-M echipată cu cărucioare, stabilizatoare și alte accesorii care permit deplasarea instalației, prin tractare, în pozițiile de funcționare succesive.

Cărucioarele sunt alcătuite din câte 2 roți de polietilenă densă; cu diametrul de 210 mm și lățimea obezii de 70 mm. Au ecartamentul 530 mm iar roțile sunt montate pe o osie curbată care asigură aripei de udare o gardă la sol de 200 mm.

Cărucioarele se fixează pe toate tronsoanele cu priză pentru aspersor și pe jumătate din numărul celor fără priză, cu ajutorul unor coliere.

Stabilizatoarele sunt suporturi de forma unor tălpi de sanie, confecționate din țeavă cu diametrul de 16 mm, prevăzute cu câte 2 coliere pentru fixarea de tronsoanele de conductă pe care nu s-au montat cărucioare.

Stabilizatoarele au rolul de a menține stabilitatea și alinierea tronsoanelor de conductă din componența instalației de aspersiune.

Echipamentul specific I.A.T.L mai cuprinde:

- ✓ conductă telescopică (de 6000 mm) pentru bransarea la hidrant în cazul când distanța nu este un multiplu de 6 m;
- ✓ tronsoane de conductă de 1000 mm și de 3000 mm, care pot înlocui conducta telescopică;
- ✓ colier cu cap de prindere pentru tractare;
- ✓ cablu de tracțiune pentru oțel, cu $\varnothing = 8$ mm și lungimea de 10 - 12 m;
- ✓ garnituri pentru autogolire;
- ✓ dispozitiv de nivelare, care se intercalează între tractor și aripa de udare, cu rolul de a nivela traseul de rulare a cărucioarelor ș. a.

I.A.T.L - 400/127 are lungimea constructivă de 390 m și este alcătuită din tronsoane de conductă din aluminiu cu diametrul de 127 mm. Spre deosebire de instalațiile prezentate anterior, *IATL 400/127* este echipată cu aspersoare ASM-1 și funcționează bine în schema 24 x 30 m.

Într-un sezon de irigație, instalația udă suprafața de 30 - 40 ha.

Instalația de aspersiune autodeplasabilă transversal, cu lungimea aripei de 300 m - *I. A. T - 300* (fig. 7.5). Este destinată udării prășitoarelor cu talia joasă, cerealelor păioase lucernierelor și pajiștilor precum și aplicării udărilor de răsărire.

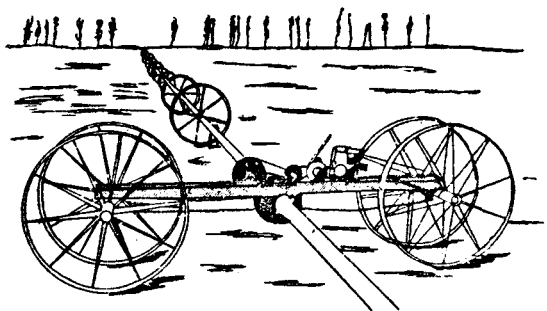


Fig. 7.5 I. A. T - 300

Instalația are o aripă de udare de 297 m, alcătuită din 33 tronsoane de conductă din aluminiu, cu diametrul de 101 mm și lungimea de 9 m.

Conducta de udare este susținută de 33 roți de rulare, montate câte una la mijlocul fiecărui tronson de 9 m. Diametrul unei roți este de 1500 mm, asigurând aripei de udare o gardă la sol de 700 mm.

Partea centrală a instalației este susținută de un șasiu cu 4 roți motrice acționate de un motor termic de 6 CP la 3000 rot/minut. Viteza de deplasare a aripei este de 0,05 - 0,2 m/s.

Din cele 33 de tronsoane de conductă care alcătuiesc aripa de udare, 17 sunt prevăzute cu priză de aspersor. Se folosesc ASJ-1M, echidistanțate la 18 m.

Verticalitatea aspersoarelor în timpul funcționării aripei de udare este asigurată prin montarea acestora pe bucșe mobile, prevăzute cu contragreutăți și cu garnituri de etanșare hidraulică.

În componența I.A.T. mai fac parte: bransamentul, 6 tronsoane de conductă de câte 6 m și $\varnothing$ 101 mm, furtunul flexibil și bușonul de capăt.

I.A.T. - 300 poate uda în 12 zile a 18 ha, cu o normă de udare de 700 m³/ha.

Instalația de aspersiune cu tambur și furtun - I.A.T.F. - 300 (fig. 7.6) asigură udarea „din mers” a oricăror culturi. Are următoarele părți componente:

- ✓ șasiul metalic echipat cu două roți de pneuri, triunghi de tracțiune, două picioare de sprijin reglabile și un cric rabatabil;
- ✓ turela fixată pe șasiu și prevăzută cu un tambur, conducta principală de alimentare, instalația hidraulică de acționare a tamburului, cadrul de suspendare a căruciorului - port aspersoare și frâna tamburului;

✓ furtunul din polietilenă de înaltă densitate cu lungimea de 300 m, diametrul exterior de 110 mm și grosimea peretelui de 8 mm; furtunul se înfășoară (anrulează) pe tambur;

✓ dispozitivul de udare, compus dintr-un cărucior pe 4 roți cu pneuri și 2 aspersoare reactive ARS-2, care udă în sector de cerc.

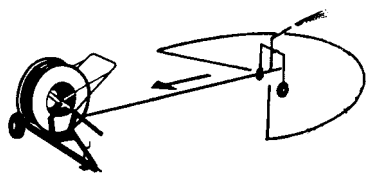


Fig. 7.6 Schema de principiu a instalației de udare I.A.T.F. - 300

Într-o poziție fixă a mașinii de bază I.A.T.F. - 300 udă, prin deplasarea căruciorului-port aspersoare, o fâșie de teren cu lungimea de 306 m și lățimea de 54 m.

La fiecare poziție de lucru, înainte de începerea aspersiunii, este derulat furtunul de pe tambur spre interiorul solei, în lungul unui culoar necultivat de 2,1 m lățime. Derularea furtunului se realizează prin tractarea căruciorului-port aspersoare cu tractorul U - 650.

Concomitent cu declanșarea udării, începe și anularea automată a furtunului pe tambur, datorită motorului hidraulic de pe turelă care acționează rotirea tamburului. Înfășurarea furtunului pe tambur determină deplasarea spre mașina de bază a căruciorului cu aspersoarele în funcție. Datorită faptului că aspersoarele udă în sector de cerc, căruciorul se deplasează pe un teren neudat (fig. 7.6).

Când dispozitivul de udare a ajuns la tambur, circuitul apei la motorul hidraulic și la aspersoare se închide automat.

Viteza medie de deplasare a dispozitivului de udare se reglează în funcție de norma de udare, presiunea de lucru și duzele cu care sunt echipate aspersoarele.

Agregate de pompare. În cadrul amenajărilor de irigație cu canale de pământ, jgheaburi din beton armat sau cu conducte îngropate de joasă presiune, realizarea presiunii necesare în instalațiile (aripile) de aspersiune se asigură cu ajutorul agregatelor de pompare termice sau electrice.

Agregatul APT-4-M (agregat de pompare tractat de 4 roți metalice) are în componență o pompă centrifugă 2-AM-5, acționată de un motor DT-45-M cu o putere de 45 CP (la 1500 rotații /minut), montate pe un șasiu cu 4 roți metalice.

Aspirația și refularea apei se fac prin tuburi riflate de cauciuc - armate la exterior cu sârmă oțelită - cu diametrul nominal de 125 mm și lungimea de 5 m.

În condiții normale de exploatare, agregatul pompează 25 - 50 l/s la înălțimi manometrice de 60 - 30 m.C.A.

Agregatul APT-50/60 are în componență o pompă AS-125, acționată de motorul DT-103 de 65 CP (la 1800 rot /min). Pompa și motorul sunt montate pe un șasiu cu 4 roți pe pneuri, prevăzut - ca și APT-4-M - cu triunghi de tracțiune.

Asigură debitele de 35 - 53 l/s pentru înălțimi manometrice de 65 - 35 mCA.

Agregatul RDN-150-250 se compune dintr-o pompă RDN-150-250 acționată de electromotoare de 75 kw sau 100 kw. Este montat pe șasiu cu roți sau pe șasiu cu așezare pe fundație și pompează între 60 - 90 l/s la înălțimi de 78 - 48 mCA.

Agregatul Cerna-200 este echipat cu o pompă Cerna-200 acționată de electromotoare de 45 kw sau de 40 kw. În condiții normale de exploatare, debitele pompate sunt de 60 - 130 l/s pentru înălțimi manometrice de 33 - 23 mCA.

7.3 Elementele tehnice ale udării prin aspersiune

Udarea prin aspersiune este corespunzătoare dacă intensitatea ploii aspersate nu depășește viteza de infiltrație a apei în sol și dacă asigură umezirea uniformă a solului în spațiul în care se dezvoltă masa principală de rădăcini ale plantelor.

În vederea satisfacerii acestor deziderate este necesar ca elementele tehnice ale udării - schema de lucru, intensitatea aspersiunii, finețea ploii, uniformitatea stropirii, eficiența udării și durata udării - să fie corelate nemijlocit cu: natura solului, panta terenului, caracteristicile constructive ale aspersorului, presiunea de regim, viteza și direcția vântului, natura plantei cultivate etc.

Schema de lucru sau de funcționare reprezintă ansamblu pozițional realizat prin așezarea în plan orizontal a aripilor de udare și aspersoarelor.

Schema de lucru este dependentă, atât de parametrii tehnici și funcționali ai instalației de aspersiune (presiunea de regim, raza de stropire, viteza de rotație a acestora și caracteristicile ploii aspersate), cât și de condițiile concrete ale amenajării (distanța între distribuitoare - CDS, jgheab, antenă - panta terenului, viteza de infiltrație a apei în sol, direcția și viteza vântului, cultura irigată etc).

Pentru realizarea schemei de lucru trebuie să se stabilească:

- ✓ poziția aripilor de aspersiune față de distribuitoare ;
- ✓ distanța (d_1) între aspersoare pe aripă;
- ✓ distanța (d_2) între pozițiile succesive ale aripilor de aspersiune;
- ✓ pozițiile relative ale aspersoarelor de pe o aripă cu cele de pe aripile vecine;
- ✓ numărul de aspersoare de pe aripa de udare.

Poziția aripilor de aspersiune față de distribuitoare (CDS, jgheab, antenă) poate fi perpendiculară (transversală)sau paralelă (longitudinală).

Amplasarea transversală a aripilor de udare față de distribuitoare este folosită de cele mai multe ori și poate fi pe o singură parte sau pe ambele părți (bilateral).

Poziționarea aripilor de udare în lungul distribuitoarelor este rar folosită deoarece implică lungimi mari de conductă de legătură.

Distanța (d_1) între aspersoare pe aripa de aspersiune reprezintă 35 - 75% din diametrul suprafeței circulare udate de un aspersor. Diferențierea se face în funcție de viteza vântului și pozițiile relative ale aspersoarelor de pe aripile vecine (tab. 7.4).

Tabelul 7.4

Distanța între aspersoare pe aripa de udare (în % față de diametrul de stropire)
în funcție de viteza vântului și pozițiile relative ale aspersoarelor pe aripile vecine

Viteza vântului m/s	Distanța între aspersoare (% din diametrul udat de aspersor)	
	Așezare în pătrat	Așezare în triunghi
Calm	65	75
2,0	60	70
2,0 - 3,5	50	60
3,5	30	35

Valorile metrice corespunzătoare procentelor din tabelul 7.4 se rotunjesc la multipli tronsoanelor de conductă astfel că, distanțele uzuale între aspersoare pe aripa de aspersiune (d_1) sunt de: 12 m, 18 m, 24 m, 30 m și 36 m.

Distanța (d_2) între pozițiile succesive de funcționare ale aripilor de udare se stabilesc în funcție de intensitatea optimă a ploii și caracteristicile funcționale ale aspersoarelor folosite. Ca și valorile (d_1), distanțele (d_2) reprezintă multipli ai lungimii (6 m) tronsoanelor de conductă care alcătuiesc aripa de udare.

Cele mai frecvente combinații între (d_1) și (d_2), folosite la udarea prin aspersiune, sunt cele de: 12 x 12 m, 12 x 18 m, 18 x 18 m, 18 x 24 m, 24 x 24 m, 24 x 30 m, 30 x 30 m și 30 x 36 m.

Pozițiile relative ale aspersoarelor pe aripile vecine se stabilesc în funcție de intensitatea și de direcția vântului, în scopul unei realizări unei udări cât mai uniforme. Din unirea punctelor de amplasament al aspersoarelor de pe două aripi vecine rezultă schema de amplasare în triunghi, în pătrat și în dreptunghi.

Schema de amplasare „în triunghi” (fig. 7.7 a) se obține prin modificarea alternativă a distanței față de antenă a primului aspersor de pe aripa de udare.

Depărtarea primului aspersor față de antenă poate fi: zero, $1/4 d_1$; $1/3 d_1$; $1/2 d_1$; $2/3 d_1$ și $3/4 d_1$, în funcție de valoarea (d_1) și de poziția aripei, astfel încât amplasamentele aspersoarelor în pozițiile succesive ale aripei de udare să formeze o rețea de triunghiuri. Această schema este cea mai potrivită în condiții de calm atmosferic și viteze ale vântului mai mici de 1,5 m/s deoarece suprapunerea zonelor de stropire este mică (circa 15 - 20 %).

Dezavantajul schemei de amplasare în triunghi a aspersoarelor constă în faptul că, modificarea distanței față de antenă a primului aspersor de pe aripa de udare, la jumătate din numărul pozițiilor de lucru ale acestora, implică un plus de atenție din partea udătorilor.

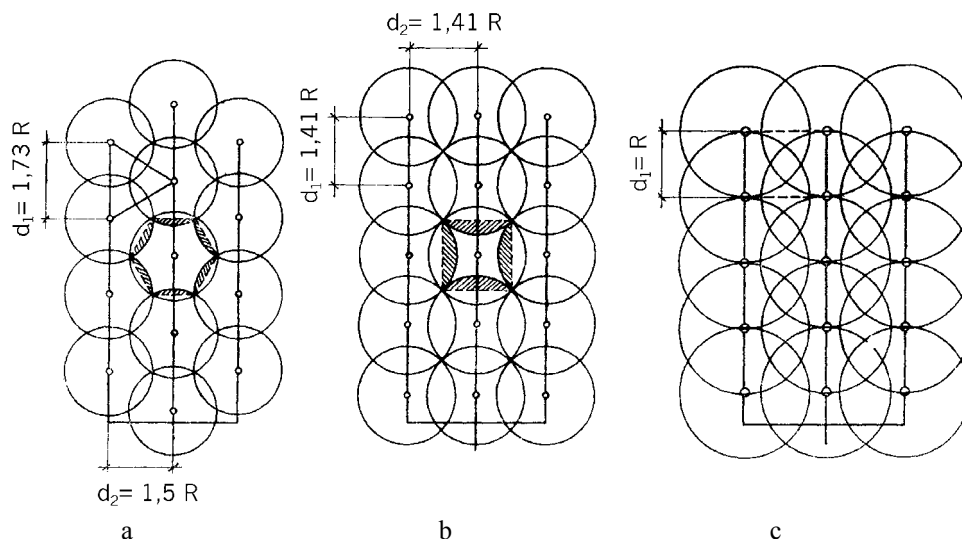


Fig. 7.7 Scheme de amplasare a aspersoarelor
a - în triunghi; b - în pătrat; c - în dreptunghi

Schema de amplasare „în pătrat” (fig. 7.7 b) se folosește în zonele în care viteza vântului este cuprinsă între 1,5 - 5,0 m/s iar mișcarea maselor de aer se produce din direcții variabile. La această schemă, primul aspersor, în toate pozițiile de lucru ale aripilor de udare, se găsește la aceeași distanță față de distribuitor.

Avantajele schemei în pătrat sunt următoarele:

- ✓ asigură udarea cu o uniformitate satisfăcătoare în condiții de intensitate mare a vântului din direcții variabile;
- ✓ schema se realizează ușor întrucât nu se modifică locul primului aspersor în pozițiile succesive ale aripilor de udare.

Principalele dezavantaje ale acestei scheme sunt exprimate de procentul mare (33%) de suprapunere a zonelor circulare de stropire ale aspersoarelor și de randamentul de udare mai redus decât la schema în triunghi.

Schema de amplasare „în dreptunghi” (fig. 7.7 c) constă în realizarea de dreptunghiuri între pozițiile aspersoarelor. De regulă, latura lungă a dreptunghiului este cu 6 m mai mare decât latura scurtă.

Schema de amplasare a aspersoarelor în dreptunghi asigură o uniformitate satisfăcătoare de udare în zonele cu viteze mari ale vântului (3 - 5 m/s) și direcția constantă dar randamentul de aplicarea udării este relativ scăzut.

Numărul de aspersoare pe aripa de aspersiune (n_a) trebuie să satisfacă relația:

$$n_a = \frac{L_a}{d_l} + 1 \quad (7.1)$$

în care:

- L_a este lungimea aripei de udare, în m;
 d_l - distanța între aspersoare pe aripă, în m.

Intensitatea ploii aspersate reprezintă grosimea stratului de apă realizat prin aspersiune în unitatea de timp și se exprimă, în mod obișnuit, în mm/oră.

Intensitatea ploii aspersate trebuie să fie mai mică sau cel mult egală cu viteza de infiltrație a apei în sol. Intensitatea mai mare decât viteza de infiltrație provoacă bălțiri sau scurgeri de apă la suprafața terenului și contribuie la înrăutățirea însușirilor fizico-mecanice ale solului (mai ales structura).

Reducerea intensității ploii se poate realiza prin echiparea aspersoarelor cu duze având diametrul mai mic și majorarea presiunii de funcționare a aspersoarelor sau prin modificarea schemei de udare.

Intensitatea ploii produsă de un aspersor descrește către periferia suprafeței stropite. Corectarea acestui neajuns se realizează prin dispunerea aspersoarelor la distanțe care să asigure suprapunerea zonelor marginale ale suprafețelor umezite.

Intensitatea ploii prea mică în raport cu viteza de infiltrație, mărește durata udărilor și dereglează programul de aplicare a acestora. Intensitatea ploii aspersate trebuie corelată cu panta terenului și gradul de acoperire cu vegetație a solului.

Intensitatea ploii aspersate poate fi exprimată în mai multe moduri:

Intensitatea medie orară (i_h) sau intensitatea teoretică reprezintă raportul între debitul aspersorului și corespunzătoare produsului $d_1 \times d_2$.

$$i_h = \frac{1000 \cdot Q_{asp}}{d_1 \cdot d_2} \quad (7.2)$$

în care:

- i_h este intensitatea teoretică, în mm/oră;
- Q_{asp} - debitul aspersorului, în m³/oră;
- d_1 - distanța între aspersoare pe aripa de udare, în m;
- d_2 - distanța între pozițiile succesive ale aripei de udare, în m.

Intensitatea medie reală (i_r) se determină experimental folosind cutii pluviometrice așezate în caroiaj (o cutie la 4 m²) între 2 aripi de udare vecine, având la colțuri aspersoare. După funcționarea aspersoarelor timp de 1 oră se măsoară înălțimile stratului de apă colectat în cutiile pluviometrice și se calculează valoarea intensității reale cu relația (7.3):

$$i_r = \frac{\sum h_i}{n_c} \quad (7.3)$$

în care:

- i_r reprezintă intensitatea medie reală a ploii aspersate, în mm/oră;
- $\sum h_i$ - suma grosimilor stratului de apă colectat în cutiile pluviometrice în mm;
- n_c - numărul cutiilor pluviometrice folosite.

Datorită pierderilor de apă prin evaporație, intensitatea medie reală este mai mică decât intensitatea teoretică cu 5 - 15%. Raportul dintre cele două intensități reprezintă randamentul ploii (η).

$$\eta = \frac{i_r}{i_n} = 0,85 \dots 0,95 \quad (7.4)$$

Intensitatea instantanee (i_s) sau pe o rotație reprezintă grosimea stratului de apă realizat prin ploaia aspersată la o rotație completă a aspersorului:

$$i_s = \frac{i_r}{n_r} \quad (7.5)$$

în care:

n_r reprezintă numărul rotațiilor aspersorului într-o oră.

Aprecierea calitativă a ploii aspersate, sub aspectul intensității, se face în funcție de valorile indicelui pedologic și cele ale coeficientului de intensitate.

Indicele pedologic (i_p) este produsul între intensitatea medie reală (i_r) și intensitatea instantanee (i_s). Astfel:

$$i_p = i_r \cdot i_s = i_r \cdot \frac{i_r}{n_r} = \frac{i_r^2}{n_r} \quad (7.6)$$

Valorile subunitare ale (i_p) exprimă o udare de bună calitate.

Coeficientul de intensitate (c_i) reprezintă raportul între viteza medie de infiltrație (V_{im}) și intensitatea instantanee (i_s).

$$c_i = \frac{V_{im}}{i_s} \quad (7.7)$$

Intensitatea este corespunzătoare vitezei de infiltrație, udarea realizându-se fără bălțiri sau scurgeri la suprafața terenului și cu o productivitate bună a instalației de aspersiune, atunci când coeficientul de intensitate variază între 0,2 - 0,4.

Finețea ploii realizate prin aspersiune este caracterizată de mărimea picăturilor desprinse din jetul de apă.

Cu cât picăturile sunt mai mari, cu atât ploaia determină reducerea mai rapidă a vitezei de infiltrație a apei în sol și afectează mai energic organele plantelor, mai ales în primele faze de vegetație. Dacă picăturile ploii aspersate sunt foarte mici se produc pierderi însemnate de apă prin evaporație (datorită suprafeței mari de evaporație), jetul de apă are stabilitate mică la vânt, se modifică apreciabil raza de acțiune a aspersorului și udarea este neuniformă. Diametrul picăturilor de ploaie aspersată trebuie să se cuprindă în intervalul 0,5 - 1,0 mm.

Întrucât este dificil de măsurat diametrul picăturii, s-a convenit ca finețea ploii să se estimeze indirect, cu ajutorul unor indici de finețe, cum sunt: coeficientul de pulverizare și indicele de eficiență hidraulică al aspersorului.

Coeficientul de pulverizare (K_p) este raportul între diametrul duzei aspersorului (ϕ), în mm și presiunea de funcționare a aspersorului (P), în m. C. A.

$$K_p = \frac{\phi}{p} \quad (7.8)$$

Cu cât valorile (K_p) sunt mai mici, cu atât ploaia este mai fină.

Ploaia aspersată este corespunzătoare când coeficientul de pulverizare (K_p) este cuprins în intervalul 0,2 - 0,5. La valorile $0,2 < K_p < 0,3$ este potrivită pentru culturile sensibile la acțiunea mecanică a picăturilor și pe solurile grele. Pentru culturile de câmp și pomii fructiferi de pe solurile mijlocii-grele sunt recomandabile ploi de finețe mijlocie, având $0,3 < K_p < 0,5$. Ploile grosiere cu $K_p > 0,5$ pot fi folosite la irigarea pajiștilor, mai ales pe solurile ușoare și nisipoase.

Uniformitatea stropirii (udării) reprezintă modul de repartizare pe suprafața terenului a apei aspersate. Această repartiție influențează cantitatea și calitatea recoltei, băltirea sau scurgerea apei la suprafața terenului, tasarea solului, degradarea structurii etc și este condiționată de mai mulți factori, cum sunt:

- ✓ viteza și direcția vântului față de poziția aripei de udare;
- ✓ parametrii tehnico-funcționali ai aspersoarelor;
- ✓ modul de așezare a aspersoarelor în plan orizontal și înălțimea acestora;
- ✓ caracteristicile microreliefului.

Datorită vântului, zona circulară de stropire a aspersorului se poate transforma într-o elipsă, mai mult sau mai puțin regulată și alungită. La vânturi cu viteze inferioare valorilor de 1,5 - 2,0 m/s nu este afectată semnificativ uniformitatea de udare, dar la intensități mai mari ale vântului se impune modificarea adecvată a schemei de lucru pentru a se obține o uniformitate de udare acceptabilă.

Pentru estimarea uniformității udării, se măsoară volumele de apă (sau grosimile stratului de apă) colectată în cutii pluviometrice amplasate pe suprafața stropită de aspersor. Pluviometrele folosite pot fi cuburi din tablă, cu latura de 1 dm ($1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litru}$) sau alte vase (cutii) cu suprafața de colectare egală.

Pentru aspersoarele care funcționează în schemă, dispunerea cutiilor pluviometrice pe suprafața de udare se face în caroiaj cu latura de 3 - 5 m. După ce aspersoarele au funcționat neîntrerupt 1/2 - 1 oră, se măsoară cantitățile de apă din fiecare cutie și cu datele obținute se calculează coeficientul de uniformitate.

Coeficientul de uniformitate (C_u) după *Christiansen*, folosit frecvent pentru aprecierea uniformității de udare, se calculează cu relația:

$$C_u = 100 \left(1 - \frac{\sum a}{m \cdot n} \right) \quad (7.9)$$

în care:

- C_u - este coeficientul de uniformitate (*Christiansen*), în %;
- $\sum a$ - suma în valoare absolută a abaterilor parțiale față de cantitatea medie de apă

- colectată în cutiile pluviometrice, în 1 sau mm grosime strat de apă;
 m - media aritmetică a cantităților de apă colectată în cutiile pluviometrice;
 n - numărul cutiilor pluviometrice folosite.

Apresiasi uniformității de udare, în funcție de valorile (C_u), se face astfel:

- ✓ $C_u > 85$ - uniformitate foarte bună;
- ✓ $75 < C_u < 85$ - uniformitate bună;
- ✓ $65 < C_u < 75$ - uniformitate satisfăcătoare
- ✓ $C_u < 65$ - uniformitate necorespunzătoare

În ce privește uniformitatea de udare de-a lungul aripei de udare, aceasta este considerată satisfăcătoare dacă pierderea de sarcină hidrodinamică (h_p) între primul și ultimul aspersor este mai mică de 20% din valoarea presiunii de regim.

$$h_p < 0,2 \cdot H_a \quad (7.10)$$

în care:

H_a este presiunea de regim a aspersorului, m.C.A.

Eficiența udării (E_u) se exprimă printr-un indice care sintetizează randamentul ploii aspersate și uniformitatea de udare, încât:

$$E_u = \eta_a \cdot C_u \quad (7.11)$$

în care:

- E_u reprezintă eficiența udării, în %;
 η_a - randamentul ploii aspersate, în valoare zecimală;
 C_u - coeficientul de uniformitate (*Christiansen*), în %.

Apresiasi calității udării după valorile (E_u) se face astfel:

- ✓ $E_u < 60$ - udare necorespunzătoare;
- ✓ $60 < E_u < 65$ - udare acceptabilă;
- ✓ $65 < E_u < 70$ - udare bună;
- ✓ $E_u > 70$ - udare foarte bună.

Durata udării (t). Timpul de staționare într-o poziție a unei aripi de udare pentru distribuirea normei de udare se calculează cu relația:

$$t = \frac{m}{10 \cdot i_h} \quad (7.12)$$

în care:

- t reprezintă timpul în care aripa de aspersiune distribuie norma de udare, în ore;
 m - norma brută de udare, în m³/ha;
 i_h - intensitatea medie orară, în mm/oră.

Dacă în relația (7.12) se înlocuiesc intensitatea teoretică (i_h) cu cea reală (i_r), se ia în considerare norma de udare netă. Pentru funcționarea aripei de udare în timpul nopții se poate reduce valoarea lui (t) cu circa 10 % sau se poate lua în calcul norma de udare netă, întrucât noaptea pierderile prin evaporație sunt reduse.

7.4 Organizarea aplicării udărilor prin aspersiune

Pregătirea și desfășurarea propriu-zisă a udării prin aspersiune se desfășoară etapizat, după aceleași criterii ca și irigația cu scurgere la suprafață, având la bază Regulamentul de exploatare al amenajării, în care sunt înscrise: elementele tehnice ale udărilor, echipamentele necesare, schemele de udare și funcționare a instalațiilor, formației de lucru, etc.

Caracteristicile generale ale exploatării instalațiilor (aripilor) de aspersiune. Exploatarea și întreținerea corespunzătoare a echipamentului de aspersiune, condiționează aplicarea udărilor în limitele parametrilor stabiliți, pentru un număr cât mai mare de campanii de irigație.

Manipularea tronsoanelor de conductă din aluminiu trebuie făcută cu multă atenție pentru preîntâmpinarea deformării sau perforării tuburilor precum și pentru evitarea fisurării pieselor turnate. Componentele din cauciuc (garniturile) trebuie depozitate în locuri ferite de acțiunea directă a razelor de soare și de variațiile mari de temperatură.

Montarea în poziție de lucru a unei aripi de aspersiune se începe de la punctul de alimentare (hidrant sau agregat de pompare), cuplarea tronsoanelor făcându-se dinspre amonte spre aval. La început se fixează bransamentul, de care se prinde tronsonul “dublu cârlig” prin intermediul căruia se face legătura cu tronsonul “dublu mufă”. În continuare, se montează aripa de aspersiune, alternând un tronson cu priză pentru aspersor cu 1, 2 sau 3 tronsoane fără priză, în funcție de distanța (d_I) între aspersoare pe aripă.

Aripa de udare se termină cu un tronson de 6 m fără priză, echipat cu stabilizator, la capătul căruia se montează colierul de tracțiune.

Închiderea secțiunii de curgere la extremitatea aval a acestui tronson se face cu ajutorul unui bușon de capăt (dop) care se fixează prin cuplaj rapid.

După asamblarea aripei se montează aspersoarele, înfiletându-le pe prelungitoare și fixându-le la prize prin cuplaj rapid.

Alimentarea cu apă a aripei de aspersiune se face prin deschiderea progresivă a vanei hidrant de pe antenă, acționând lent roata de manevră a bransamentului. Este interzisă acționarea bruscă a vanei deoarece se produc suprapresiuni în instalație care pot deteriora garniturile de etanșare sau alte accesorii și chiar degradarea întregului ansamblu al echipamentului. La începutul alimentării cu apă a aripei, nu se montează bușonul de capăt pentru a se putea realiza spălarea aluviunilor și a se evita ulterior obturarea duzelor aspersoarelor. Când apa a început să curgă prin secțiunea aval a aripei se închide vana de alimentare, se montează bușonul de capăt după care, se redeschide vana de alimentare.

La oprirea funcționării instalației se întrerupe alimentarea aripei cu apă acționând lent, în sensul mișcării acelor de ceasornic, roata de manevră a vanei de

alimentare. Se demontează apoi bușonul de capăt și tronsonul “dublu cârlig”, aripa golindu-se de apă în aproximativ 15 minute. În continuare, se demontează componentele aripei de udare, în ordine inversă montării.

În timpul funcționării se urmărește periodic presiunea apei în instalație, care nu trebuie să depășească 60 mCA. Se poate folosi, în acest scop, un manometru de buzunar, asemănător celor utilizate pentru determinarea presiunii în anvelopele auto. Se procedează astfel: se demontează capacul de protecție al ventilului de pe bransament, se apasă manometrul pe corpul valvei și se citește presiunea apei pe cadranul manometrului. Ventilul oprește în mod automat ejectarea apei, în momentul când manometrul nu mai este apăsat pe corpul valvei.

Producerea unor deranjamente în funcționarea aripei de aspersiune implică remedieri, care se fac după recomandările din tabelul 7.5.

Tabelul 7.5

Modalități de remediere a defecțiunilor ce pot apare în timpul funcționării aripei de aspersiune

Defecțiunea	Cauze	Modalități de remediere
Debitul aspersorului sub valoarea normală.	a. Duza aspersorului este înfundată. b. Debitul necorespunzător al sursei de alimentare. c. Tronsoane de conducte sparte sau turtite.	Se desfundă cu o sârmă orificiul duzei. Se controlează și se asigură debitul de alimentare. Se verifică și se înlocuiesc.
Aspersorul nu se rotește, cu toate că apa este ejectată cu presiunea normală.	a. Resortul de revenire este rupt sau unul din capetele lui este desprins. b. Piulița de reglaj este deteriorată. c. Resortul de revenire nu este tensionat. d. Brațul oscilant este deformat și jetul de apă nu lovește paleta deflectoare. e. Duza nu este înfiletată complet.	Se înlocuiește resortul sau se prinde capătul liber. Se înlocuiește piulița de reglaj. Se tensionează resortul cu ajutorul piuliței de reglaj. Se îndreaptă sau se înlocuiește brațul oscilant. Se înșurubează complet duza.
Presiunea scăzută în instalație (aripă)	a. Garnituri rupte. b. Garnituri care nu etanșează. c. Garnituri montate greșit. d. Filete deformate sau cu spire rupte. e. Motorul agregatului de pompare APT-50/60 nu dezvoltă puterea nominală. f. Defecțiuni la SPP sau pierderi de apă din rețeaua subterană de conducte.	Se înlocuiesc garniturile deteriorate. Se curăță lăcașul garniturii de măr sau nisip. Se montează corect. Se reface filetul sau se înlocuiesc piesele cu această defecțiune. Conform notiței tehnice a agregatului APT- 50/60. Remedieri specifice SPP sau rețelei de conducte îngropate, sub presiune
Decuplarea cârligului de prindere la tronsoanele aripei de udare	a. Deformarea sau ruperea cârligului. b. Uzura urechii de agățare a cârligului în capul de prindere a cuplajului rapid. c. Șocuri în instalație datorate prezenței pungilor de aer.	Se înlocuiește cârligul. Se înlocuiește tronsonul cu capul de prindere defect. Se scoate aerul din instalație prin reducerea presiunii apei.

După cum s-a arătat, în amenajările pentru udarea prin aspersiune se folosesc aripi de udare de diferite lungimi. În ultimii ani s-a trecut treptat de la aripa de 216 m, la cea cu lungimea de 396 m (cunoscută sub denumirea de aripă de 400 m).

Pentru un consum rațional de energie electrică, se recomandă evitarea schemelor cu presiunea la aspersor mai mare de 35 mCA precum și racordarea pentru funcționarea simultană a mai multor aripi la același hidrant.

De asemenea, trebuie evitate normele de udare mari, care impun perioade de revenire ce depășesc 14-15 zile.

Personalul care lucrează în câmpurile irigate prin aspersiune trebuie să respecte normele de protecția muncii, din care se precizează câteva reguli mai importante:

- ✓ toate operațiile ce se efectuează de către udători la aripa de aspersiune trebuie realizate din poziția laterală a acesteia și nu în poziția “încălecat pe aripă”;

- ✓ este interzis transportul tronsoanelor de conductă în poziție verticală, pentru evitarea electrocutării;

- ✓ la mutarea manuală a aripilor de udare, muncitorii trebuie să poarte în afara echipamentului compus din salopetă, cizme de cauciuc, pălmare, pelerină cu glugă (pe timp ploios) și căști de protecție, prevăzute cu dispozitivul acustic de semnalizare a subtraversării liniilor electrice;

- ✓ cuplarea și decuplarea aripei la tractor (în cazul mutării mecanizate) se face numai când acesta staționează;

- ✓ tractorul trebuie să aibă la bord trusă medicală de prim ajutor și să fie prevăzut cu două oglinzi retrovizoare pentru mersul înapoi.

Poziționarea pe antenă a aripilor de udare și mutarea lor manuală. La organizarea aplicării udărilor prin aspersiune trebuie cunoscute: numărul de aripi ce funcționează simultan pe antenă, amplasarea aripilor de udare pentru poziția de start și sensul de deplasare a acestora, numărul de poziții de aripă la hidrant, modalitatea de mutare manuală a aripilor și organizarea formațiilor de lucru.

Numărul de aripi de udare care funcționează simultan pe antenă (N_a) rezultă din raportul între aria sectorului de irigație (S) aferent antenei și aria suprafeței de teren (s) deservită de tronsonul de antenă care alimentează o aripă.

$$N_a = \frac{S}{s} \quad (7.13)$$

Aria (s) este produsul între lungimea tronsonului de antenă (L_{ta}) care alimentează, la aplicarea udării, o aripă de aspersiune și dublul lungimii aripei (l_a), admițând funcționarea bilaterală a acesteia. Astfel,

$$S = \frac{2 \cdot L_{ta} \cdot l_a}{10^4} \quad (7.14)$$

Lungimea tronsonului de antenă (L_{ta}) care alimentează o aripă de aspersiune reprezintă semiprodusul între numărul de poziții (N_m) de funcționare a aripei de aspersiune pentru aplicarea normei de udare și distanța (d_2) între pozițiile succesive ale aripei, în m. Așadar,

$$L_{ta} = \frac{N_m \cdot d_2}{2} \quad (7.15)$$

Numărul pozițiilor (N_m) de funcționare a unei aripi de aspersiune, la aplicarea normei de udare, depinde de numărul pozițiilor de funcționare într-o zi (N_{cz}) și de numărul zilelor cât durează aplicarea udării, sau timpul de revenire (T_{rv}):

$$N_m = N_{cz} \cdot T_{rv} \quad (7.16)$$

Numărul pozițiilor de funcționare zilnică (N_{cz}) a aripei de udare se calculează cu relația:

$$N_{cz} = \frac{24}{t_f + t_g + t_z + t_m} \quad (7.17)$$

în care:

- t_f - este timpul de funcționare a aripei într-o poziție de lucru, în ore;
- t_g - timpul de golire a aripei, în ore ($t_g \sim 0.25$ ore);
- t_z - timpul de zvântare, în ore ($t_z \sim 0.5 - 1.0$ ore);
- t_m - timpul de mutare a aripei în poziția succesivă de udare, în ore.

Amplasarea pe antenă a aripilor de udare în poziția inițială (de start) și sensul deplasării acestora se pot realiza în diverse variante (fig. 7.8), după cum aripile urmează să funcționeze dispersat, sau grupate în baterii de 2 - 3 - 4, așezate pe o singură parte sau pe ambele părți ale antenei.

Mutarea aripilor de aspersiune se poate face numai pe o parte a antenei sau în circuit. Este preferabilă deplasarea aripilor de udare în circuit întrucât se reduc distanțele de parcurs la mutarea echipamentului.

În cazul funcționării concomitente a mai multor aripi pe antenă, amplasarea dispersată a acestora este obligatorie dacă antena a fost dimensionată pe tronsoane.

Pentru mutarea manuală, amplasarea dispersată a aripilor este mai convenabilă decât amplasarea grupată deoarece la mutarea transversală manuală, udătorul parcurge o distanță mare de teren udată.

Numărul de poziții de aripă la hidrant depinde de distanța dintre hidranți (d_H) și de depărtarea (d_2) între pozițiile succesive ale aripei. De regulă, distanțele între hidranții de pe antene sunt de 72 m, 90 m sau 96 m.

Când se folosesc aspersoare ASJ-1M, se adoptă frecvent schemele de udare 18 x 18 m și 18 x 24 m, deci distanțe între aripi de 18 m și 24 m.

Dacă depărtarea între hidranți este de 72 m și distanța între aripi de 18 m rezultă 8 poziții de aripă la hidrant (câte 4 poziții pe fiecare parte a antenei) și o lungime a conductei ajutătoare de 30 m (fig. 7.9).

Pentru aceeași distanță între hidranți ($d_H=72$ m) și distanța între aripile de udare $d_2=24$ m, rezultă 6 poziții de aripă la hidrant (câte 3 poziții pe fiecare parte) și o conductă ajutătoare de 24 m (fig. 7.10).

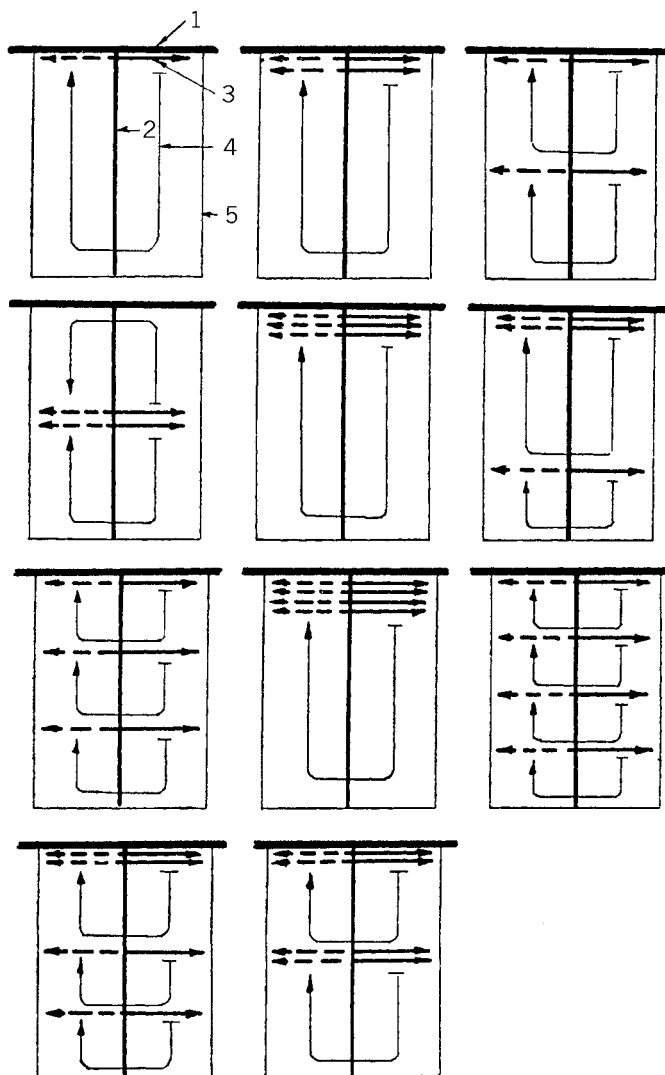


Fig. 7.8 Amplasarea aripilor de aspersiune pe antene în poziția de start și sensul deplasării
1 - conductă secundară; 2 - antenă; 3 - aripă de udare; 4 - sensul deplasării; 5 limita suprafeței udare

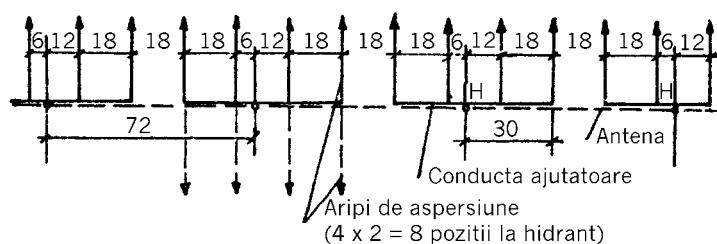


Fig. 7.9 Numărul de poziții de aripă la hidrant pentru distanța între hidranți $d_H=72$ m și distanța între pozițiile aripei $d_2=18$ m

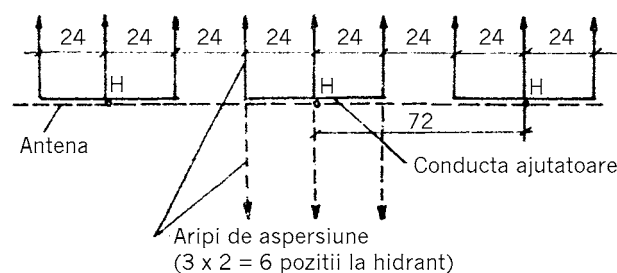


Fig. 7.10 Numărul de poziții de aripă la hidrant pentru distanța între hidranți $d_H=72$ m și distanța între pozițiile aripei $d_2=24$ m

Numărul de aripi cu funcționare simultană la un hidrant este determinat de presiunea asigurată la hidranți. Sistemele de irigații din țara noastră, proiectate și executate până în anul 1976, au fost dimensionate pentru folosirea concomitentă a 2 aripi la hidrant. Ulterior, s-a prevăzut utilizarea unei singure aripi de udare la hidrant, pentru a se putea dimensiona mai economic antenele.

Organizarea activității formațiilor de lucru pentru aplicarea udărilor prin aspersiune în cadrul amenajărilor cu mutarea manuală a aripilor de udare. La aplicarea udărilor prin aspersiune, aripile de udare funcționează, obișnuit, în 2 poziții pe zi. În aceste condiții, mutarea aripilor se recomandă să se efectueze în intervalul din zi cu lumină naturală, mutarea I-a realizându-se dimineața și a II-a seara.

În funcție de varianta de amenajare pentru udarea prin aspersiune se diferențiază componența și mărimea formațiilor de udători. Astfel dacă amenajarea este cu SPP și conducte îngropate, formația de udători cuprinde 2 lucrători pentru 4 aripi de udare cu lungimea de 216 m și 3 lucrători pentru 4 aripi de udare cu lungimea de 288 m.

Pentru varianta cu agregate semistaționare, termice sau electrice, formația de udători se completează cu un motopompist sau electromecanic la 2-4 agregate.

La formațiile de lucru precizate se mai adaugă formația de supraveghere a funcționării echipamentului în timpul udării, compusă din 2-4 lucrători pe fermă.

Formațiile de lucru au următoarele atribuții:

- ✓preiau echipamentul de udare;
- ✓asigură mutarea zilnică a echipamentului, conform programului stabilit;
- ✓execută lucrări curente de întreținere și intervenție la echipamentul de udare;
- ✓urmăresc funcționarea normală a agregatelor termice și electrice semistaționare.

Mutarea aripei de udare se execută după epuizarea timpului necesar distribuirii normei de udare stabilite.

Mutarea manuală se face transversal, în cel mai apropiat nou amplasament, diferențiat după numărul de aripi cu funcționare concomitentă la hidrant.

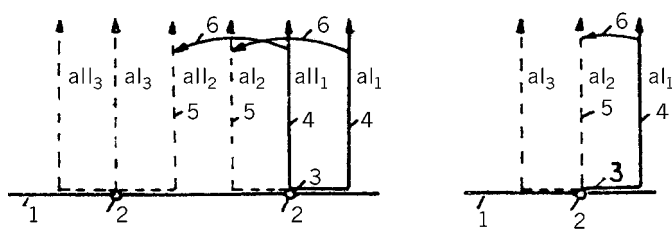


Fig. 7.11 Mutarea transversală a aripilor de aspersiune

a - cazul racordării cu 2 aripi la hidrant; b - cazul racordării unei singure aripi la hidrant.

Mutarea manuală longitudinală se folosește mai rar și anume, când densitatea, talia culturii sau cultivarea pe spalier nu permit mutarea transversală.

Sucesiunea operațiilor pentru mutarea manuală a aripilor de udare este următoarea:

- ✓se închide lent vana hidrant; în cazul când alimentarea aripilor se face de la un agregat termic sau electric și când se mută concomitent mai mult de 30 - 50 % din aripi, prima operație este oprirea agregatului de pompare;

- ✓se demontează dopul de la capăt, golindu-se de apă aripa;

- ✓se demontează aspersoarele de pe aripă;

- ✓se demontează tronsoanele componente ale aripei în segmente de câte 6 tronsoane, începând de la capătul aval al aripei;

- ✓se transportă în noua poziție, separat, aspersoarele și tronsoanele de conductă; transportul segmentelor de conductă se face cu ajutorul cârligelor sau a furcilor cu coadă lungă (în cazul culturilor înalte); segmentele din câte 6 tronsoane se transportă de câte 2 udători, cu o viteză medie de deplasare de 2,5 km/oră;

- ✓se montează aripa în noua poziție, din amonte spre aval, începând cu branșamentul la hidrant.

În procesul de montare a aripei trebuie avute în vedere următoarele:

- ✓garniturile la toate elementele componente să fie în poziție normală de racord și dacă este cazul, se înlocuiesc garniturile degradate;

- ✓evitarea deplasării din lăcaș a garniturii la introducerea în capătul cu mufă al conductei a capătului cu colier;

- ✓păstrarea aliniamentului în lungul aripei pentru asigurarea etanșeității (unghiul maxim admis între direcțiile a două tronsoane consecutive este de 5 grade); dacă prin regulamentul de exploatare este prevăzută schimbarea de direcție pe traseul aripei, atunci în punctul de schimbare de aliniament se montează un cot, existent în dotare pentru acest scop;

- ✓verificarea generală a aripei cu aspersoarele montate dar fără a avea montat bușonul de capăt;

✓deschiderea treptată a vanei hidrant contribuie la realizarea etanșeității și preîntâmpină distrugerea garniturilor datorită presiunii bruște;

✓absența bușonului de capăt, în primele momente după deschiderea vanei hidrant, permite ieșirea apei pe la extremitatea aval a aripei și concomitent, spălarea acesteia de aluviunile depuse în timpul funcționării anterioare; înainte de montarea dopului de capăt, se închide vana hidrant, se montează dopul și apoi se redeschide treptat hidrantul;

✓dacă aripile de udare se racordează direct la un agregat termic de pompare, aducerea presiunii la valoarea de regim se realizează prin creșterea treptată a turației motorului.

Mutarea mecanizată a aripilor de aspersiune. Mutarea mecanizată a aripilor de aspersiune se face longitudinal și se pretează pe terenurile amenajate cu conducte îngropate și SPP, precum și în cazul folosirii agregatelor termice semistaționare sau sistemelor monofilare.

Schema de mutare mecanizată a aripilor de udare se stabilește în funcție de numărul antenelor care deservește sola și durata, în zile, a timpului de revenire.

Stabilirea schemei de deplasare mecanizată a aripilor presupune satisfacerea următoarelor cerințe:

- ✓respectarea regulamentului de exploatare privind încărcătura antenelor cu aripi de udare în pozițiile de start prevăzute;
- ✓aplicarea udărilor conform graficului și cu normele de udare stabilite;
- ✓încadrarea în timpul de revenire pentru readucerea aripilor la pozițiile inițiale.

La mutarea mecanizată a aripilor de udare, cea mai favorabilă situație este atunci când în timpul de revenire trebuie efectuate cât mai puține mutări transversale.

Deoarece mutarea mecanizată a aripilor de aspersiune trebuie să se încadreze într-un flux tehnologic continuu și exact, orice nerespectare a programului de

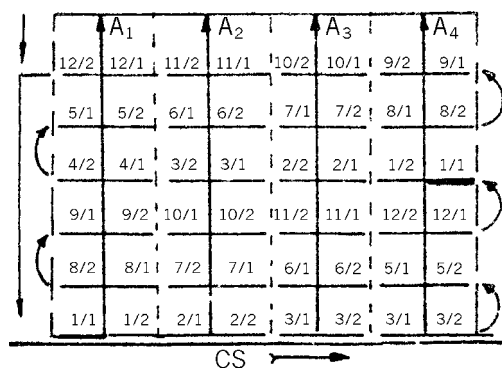


Fig. 7.12 Schema de mutare a aripilor de udare pentru 4 antene și un ciclu de udare de 12 zile.

1/1, 3/2, ... numărul zilei din ciclul de udare/numărul poziției zilnice a aripei de udare

tractare sau defecțiuni de funcționare a echipamentului duc la dereglarea procesului de mutare. Ca urmare, când se produc defecțiuni la una din aripi, deplasarea celorlalte echipamente pe solă trebuie să se facă neîntrerupt, rămânând neudată numai suprafața aferentă defecțiunii.

În figura 7.12 se prezintă schema de mutare a aripilor de aspersiune, cu 2 poziții de funcționare zilnică, în timpul de revenire de 12 zile, pentru cazul în care sola cuprinde 4 antene.

- ✓un grup de 6 culoare este deservit de 2 aripi de udare;
- ✓la fiecare 4 zile, aripa se mută transversal manual;
- ✓după fiecare ciclu de udare, aripa de la capătul solei este deplasată transversal mecanizat, pe poziția de start, la distanțe de 108 -144 m.

Formațiile de lucru, în cazul deplasării longitudinale mecanizate a aripilor de aspersiune se diferențiază în funcție de numărul de mutări manuale ce trebuie efectuate zilnic. Astfel:

✓pentru solele care cuprind 3 antene, într-un ciclu de udare de 12 zile, o aripă de aspersiune se mută transversal manual, pe la capetele solei, de 3 ori și se transportă odată cu remorca monoax; în acest caz o formație alcătuită dintr-un tractorist și 4 udători asigură exploatarea a 12 aripi de aspersiune (≈ 210 ha), revenind 45 ha/muncitor;

✓pentru solele cu 4 - 5 antene, mutarea transversală manuală se face în 12 zile de 2 ori și de asemenea, se efectuează un transport cu remorca; exploatarea a 12 aripi de aspersiune (≈ 210 ha) se asigură cu o formație în care face parte un tractorist și 3 udători, revenind câte 52 ha/muncitor.

7.5 Folosirea udării prin aspersiune în scopuri speciale

Irigația prin aspersiune poate fi folosită nu numai în scopul realizării în sol a umidității optime creșterii și dezvoltării plantelor, ci și pentru distribuirea îngrășămintelor solubile, combaterea efectului brumelor asupra culturilor, combaterea bolilor și dăunătorilor etc.

Folosirea aspersiunii pentru aplicarea îngrășămintelor (fertirigația). Tehnologia fertirigației constă în dizolvarea îngrășămintelor într-un container și introducerea soluției concentrate în apa de irigație prin racordarea containerului la echipamentul de udare prin aspersiune.

Distribuirea îngrășămintelor chimice solubile concomitent cu apa de irigație în perioada de vegetație este avantajoasă deoarece, prin cumulara celor două lucrări (irigație + fertilizare) se diminuează cheltuielile de producție iar preluarea directă de către plante prin rădăcini și/sau frunze a elementelor nutritive dispersate în apa de irigație, majorează indicele de valorificare a îngrășămintelor.

Fertirigația este oportună, mai ales, la culturile care reacționează semnificativ la aplicarea fracționată a dozelor de îngrășămintă și la care distribuirea mecanizată a acestora în cursul vegetației este greoaie.

Rezultatele ce se obțin prin fertirigație sunt condiționate de satisfacerea unor cerințe, între care cele mai importante sunt:

- ✓ aplicarea fertirigației în fazele de vegetație când se manifestă cerințe mari, atât pentru hrană minerală, cât și pentru apă; în această privință s-a constatat că, la porumbul în cultura a 2-a, udările se aplică în toate fazele de creștere, începând de la semănat;

- ✓ distribuirea cu precădere, prin fertirigație, a îngrășămintelor cu azot datorită faptului că, în timpul vegetației plantele reacționează, de regulă, mai bine la dozele suplimentare de azot decât la cele de fosfor sau potasiu; la sfecla pentru zahăr, îngrășămintele cu potasiu aplicate cu apa de irigație, favorizează creșterea conținutului de zahăr în rădăcini;

- ✓ folosirea de îngrășămintă cu solubilitate mare, deoarece partea solidă nedizolvată poate produce obturarea duzelor aspersoarelor;

- ✓ intervalul de timp în care se distribuie soluția fertilizată trebuie să fie scurt, de 30 - 60 minute, pentru a se asigura controlul administrării iar momentul de distribuire să fie ales spre sfârșitul aplicării udării, dar înainte de terminarea acesteia, pentru evitarea levigării elementelor nutritive și preîntâmpinarea corodării instalației;

- ✓ ploaia aspersată să aibă o bună uniformitate, motiv pentru care fertirigația nu trebuie aplicată în condiții de vânt.

Echipamentul pentru fertirigație se compune dintr-un recipient (rezervor), prevăzut cu capac de etanșare și două tuburi flexibile, unul pentru admisia apei din aripa de aspersiune în recipient și altul pentru injectarea soluției fertilizante din rezervor în conducta de udare.

Cantitatea de îngrășământ ce trebuie introdusă în recipientul instalației de fertirigație se stabilește în funcție de concentrația îngrășământului în substanță activă și de doza ce urmează a fi distribuită pe suprafața udată de aripa de aspersiune într-o poziție, aspersoarele funcționând simultan, în schema $d_1 \cdot d_2$.

$$B = \frac{d_1 \cdot d_2 \cdot n_a \cdot b}{100 \cdot C} \quad (1.18)$$

în care:

B este cantitatea de îngrășământ brut (kg), necesar pentru fertilizarea suprafeței udate într-o poziție de funcționare a aripei de aspersiune;

d_1 - distanța între aspersoare, în m;

d_2 - distanța între pozițiile succesive ale aripei de aspersiune, în m;

- n_a - numărul de aspersoare care funcționează simultan pe aripă;
 b - doza de substanță activă care trebuie distribuită pe suprafața udată, în kg/ha;
 C - concentrația îngrășământului în substanța activă

Folosirea aspersiunii pentru protecția plantelor împotriva înghețului. Irigația prin aspersiune folosită pentru combaterea efectului brumelor târzii de primăvară sau timpurii de toamnă se numește irigația antigel.

Efectul irigației antigel se datorează proprietății apei de a ceda căldură la trecerea din starea fluidă în starea solidă.

Apa pulverizată fin pe părțile aeriene ale plantei (tulpină, ramuri, muguri, flori etc) îngheață treptat, formând pelicule subțiri de gheață, proces în care o parte din căldura latentă specifică, degajată de apă prin înghețare (80 calorii/gram de apă 0 ° C), este cedată țesuturilor plantei care se mențin astfel, la o temperatură de câteva grade peste zero, cu 2 - 4 °C superioară temperaturii amestecului apă-gheață din exterior (fig. 7.13).

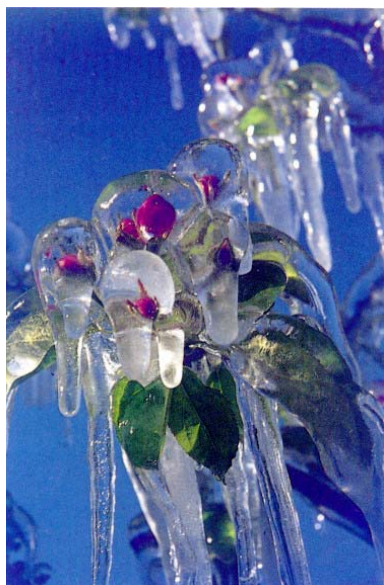


Fig. 7.13 Ramură a unui pom protejat prin aplicarea irigației antigel

Irigația antigel se poate aplica cu bune rezultate până la temperaturi ale aerului de -7 °C și în cazuri speciale, până la -10 °C. Se folosesc schemele de udare 18 x 18 m sau 24 x 24 m, utilizând aspersoare ASJ-1M dispuse, de preferință, “în triunghi”.

Dacă viteza vântului este mai mare de 2 m/s este recomandabilă schema “în dreptunghi”, cu latura lungă paralelă cu direcția vântului.

Pentru ca rezultatele irigației antigel să fie corespunzătoare trebuie satisfăcute unele cerințe:

✓ ploaia realizată prin aspersiune să aibă la nivelul organelor plantelor ce se protejează de îngheț o cât mai bună uniformitate a stropirii;

✓ ploaia aspersată să fie fină ($k_p = 0,1 - 0,3$), astfel ca picăturile de apă să nu afecteze organele foarte sensibile ale plantei (muguri, flori) dar nici să nu înghețe înainte de a ajunge pe organul de protejat;

✓ intensitatea ploii să se diferențieze în funcție de temperatura aerului; orientativ intensitatea ploii trebuie corelată cu temperatura aerului, după cum urmează:

intensitatea ploii aspersate (mm/oră)	temperatura aerului (° C)
1,5	0 ÷ - 3,6
3,0	- 3,7 ÷ - 4,4
6,0	- 4,5 ÷ - 7,1

De remarcat că, intensitățile mai mici decât valorile menționate pot determina anularea efectului antigel iar intensitățile prea mari pot provoca pagube, datorită îngroșării exagerate a stratului de gheață și consumului suplimentar, inutil, de apă. aspersoarele trebuie să se rotească cu cel puțin o rotație pe minut și să funcționeze neîntrerupt; pentru evitarea blocării aspersorului de către gheața formată prin aspersarea apei, se acoperă resortul de revenire cu un manșon de material plastic;

✓irigația antigel trebuie începută când temperatura aerului, la înălțimea de 1,5 m, este de 0° C și are tendința de scădere;

✓irigația antigel trebuie oprită când temperatura aerului a ajuns la 1° C și este în creștere; în acest moment, între învelișul de gheață și organele plantei este formată o peliculă de apă care determină îndepărtarea ușoară a pojghiței de gheață, numai printr-o ușoară atingere.

Folosirea aspersiunii pentru combaterea bolilor și dăunătorilor la plante. În acțiunea de combatere a bolilor și dăunătorilor la plante, aspersiunea poate fi folosită, fie prin distribuirea soluției preparate inițial la concentrația normală, fie prin injectare în instalația de aspersiune a unei soluții concentrate care este diluată înainte de aspersare de către apa de irigare (ca la fertirigație).

Avantajele folosirii instalațiilor de aspersiune pentru tratamentele fitosanitare constau în economisirea forței de muncă, eliminarea pericolului de intoxicare, scurtarea duratei de stropire, etc. Aplicarea acestei tehnici are dezavantajul că soluția distribuită acoperă numai parțial suprafața interioară.

Pentru combaterea unor dăunători în livezi (afidele la piersic și păianjenul la măr, de exemplu) irigația prin aspersiune se poate aplica fără a folosi soluții insecticide, udând deasupra coroanei pomilor.

Întrebări recapitulative

- ▶ Caracterizați metoda de udare prin aspersiune în funcție de avantajele și inconvenientele oferite.
- ▶ Menționați principalele componente ale unei instalații de udare prin aspersiune.
- ▶ Explicați modul de funcționare a aspersoarelor cu șoc.
- ▶ Descrieți principalele tipuri de instalații utilizate la irigarea prin aspersiune.
- ▶ Evidențiați avantajele și dezavantajele schemelor în care pot fi dispuse a aspersoarelor.
- ▶ Cum poate fi apreciată calitatea udărilor sub aspectul intensității ploii aspersate ?
- ▶ Care este semnificația coeficientului de pulverizare ?

- ▶ Care sunt factorii ce influențează uniformitatea stropirii și ce efecte poate avea modul de repartizare pe suprafața terenului a apei aspersate ?
- ▶ Prezentați succesiunea operațiilor de punere în funcțiune a aripei de aspersiune de tipul I.A.T.L.
- ▶ Ce atribuții au muncitorii care deservește aripile de aspersiune ?
- ▶ Desenați și comentați schema de mutare a aripilor de udare pentru 4 antene și un timp de revenire de 12 zile.
- ▶ În ce constau tehnica și avantajele fertirigației ?
- ▶ Care sunt condițiile de obținere a efectului antigel scontat prin folosirea aspersiunii ?

VIII. TEHNICA IRIGAȚIEI PRIN SUBMERSIUNE

8.1 Caracteristicile metodei

8.2 Elementele tehnice ale irigației prin submersiune

8.1 Caracteristicile metodei

Udarea prin submersiune, proprie culturii orezului, constă în asigurarea și menținerea pe terenul cultivat a unui strat de apă de grosime variabilă determinată de cerințele plantei. De asemenea, această tehnică de udare poate fi folosită și pentru ameliorarea solurilor sărăturate.

În vederea aplicării irigației prin submersiune, terenul interesat se compartimentează în parcele rectangulare cu aria de 1 - 4 ha - delimitate prin digulețe din pământ și grupate în tarlale de 10 - 40 ha - se nivelează orizontal incintele parcelelor și se asigură alimentarea cu apă și evacuarea acesteia din fiecare parcelă în parte.

O amenajare pentru cultura orezului (fig. 8.1) cuprinde următoarele componente:

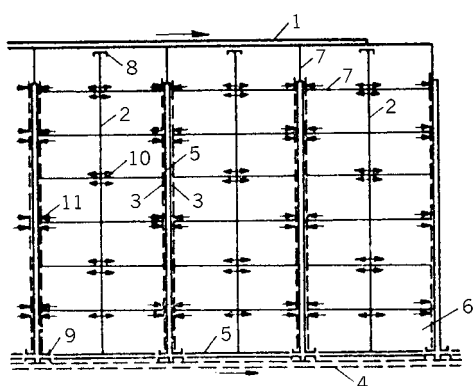


Fig. 8.1 Schema de principiu a unei orezării

1 - CD_{II}; 2 - CDS (canal de repartitie);
3 - canal terțiar de evacuare; 4 - canal
colector secundar; 5 - drum de exploatare;
6 - parcelă; 7 - digulețe de compartimentare;
8 - stăvilă; 9 - podeț; 10 - vanetă de
alimentare; 11 - vanetă de evacuare

✓priza de apă;

✓rețeaua de alimentare cu apă,
alcătuită din canale de diferite ordine
de mărime, construite “în rambleu”;

✓rețeaua de evacuare-drenaj, din
canale de tipul “în debleu”, care
funcționează, atât pentru evacuarea
apei din orezărie, cât și pentru
menținerea nivelului apei freatice la
cote la care să se evite sărăturarea
secundară a solului;

✓construcțiile hidrotehnice aferente

rețelilor de alimentare-evacuare (podețe, stăvilare, vanete, sifoane etc);

✓drumurile de exploatare care însoțesc, de regulă, canalele de evacuare-
drenaj;

✓elementele teritoriale delimitate de diguluțe, canale și drumuri (parcele,
tarlale, trupuri de orezărie).

8.2 Elementele tehnice ale irigației prin submersiune

Elementele tehnice specifice udării prin submersiune sunt: grosimea stratului de inundare, debitul de alimentare, debitul de primenire și debitul de evacuare.

Grosimea stratului de inundare (h) a parcelelor variază în perioada de vegetație a orezului în funcție de fenofază, temperatura atmosferică, gradul de nivelare a terenului și natura solului. Prezența stratului de apă în parcelele orezării contribuie la:

- ✓menținerea umidității solului la valoarea capacității de saturație;
- ✓protejarea plantelor la temperaturi scăzute ale aerului;
- ✓diminuarea amplitudinilor diurne de temperatură;
- ✓crearea de valori ridicate ale umidității relative a aerului.

Grosimea minimă a stratului de apă este condiționată de necesitatea inundării integrale a suprafeței parcelei iar grosimea maximă este limitată de cerința de a nu acoperi cu apă aparatul folial al plantei.

În medie, grosimea stratului de inundare (h) este de 10 - 15 cm; la cultura orezului cu regim de irigare prin inundare intermitentă (h) variază între 3 - 25 cm iar în cazul regimului de irigare prin submersie continuă, stratul de apă în parcelă poate fi de la 5 cm la 20 cm.

Debitul de alimentare cu apă de irigație (q_a) a parcelelor orezării este de 5 - 12 l/s·ha. Este condiționat de necesitatea de a asigura inundarea parcelelor într-un timp de 1 - 3 zile și de valorile pierderilor de apă prin percolare și prin evaporație. În măsura în care nu se supradimensionează prea mult rețeaua de aducțiune, este convenabil un debit de alimentare cât mai mare.

Pentru calculul debitului de alimentare se folosește relația:

$$q_a = 1,16 \frac{h}{t_a} + p_1 + p_2 \quad (8.1)$$

în care:

- q_a este debitul de alimentare, în l/s·ha;
- h - grosimea necesară a stratului de inundare, în cm;
- t_a - timpul prevăzut pentru inundarea parcelei, în zile;
- p_1 - pierderile de apă prin evaporație (0,2 - 0,4 l/s● ha);
- p_2 - pierderile de apă prin infiltrație (0,1 - 1,0 l/s● ha);

Debitul de primenire (q_p) sau debitul de menținere a stratului de inundare variază în cursul perioadei de vegetație în funcție de consumul de apă al culturii, valorile pierderilor neproductive și de cerințele tehnologice.

În general, pentru solurile cu permeabilitatea mică, debitul de primenire se cuprinde în intervalul 1,5 - 2,5 l/s·ha iar în cazul solurilor cu permeabilitatea mijlocie-mare, între 2,5 - 5,0 l/s● ha.

Se calculează cu relația:

$$q_p = 1,16 \frac{h_2 - h_1}{t_p} + p_1 + p_2 \quad (8.2)$$

în care:

- q_p este debitul de primenire, în l/s● ha;
- h_2 - grosimea stratului de inundare care trebuie realizat, în cm;
- h_1 - grosimea stratului de apă existent în parcelă, în cm;
- t_p timpul de primenire a apei din parcelă, în zile (1 - 3 zile);
- p_1 și p_2 - au semnificația din relația 8.1.

Debitul de evacuare (q_e) sau debitul de golire are valori cuprinse între 10 - 30 l/s● ha. Se calculează cu relația:

$$q_e = 1,16 \frac{h}{t_e} \quad (8.3)$$

în care:

- q_e reprezintă debitul de evacuare, în l/s● ha;
- h - grosimea stratului de apă din parcelă în momentul începerii evacuării, în cm;
- t_e - timpul de evacuare, în zile.

Durata de evacuare (t_e) variază între 1 - 4 zile în perioada de vegetație și este de 2 - 3 zile la evacuarea finală, în vederea recoltării.

Se menționează că, valorile prea mari ale debitului de evacuare (q_e), determinate de grosimea exagerată a stratului de apă sau de durata de evacuare prea mică, implică supradimensionarea rețelei de evacuare și de aceea trebuie evitate.

Întrebări recapitulative

- ▶ În ce constă și căror culturi este specifică metoda de irigare prin submersiune ?
- ▶ Prezentați principalele componente ale amenajării pentru irigarea prin submersiune.
- ▶ Enumerați elementele tehnice ale udării prin submersiune.
- ▶ Care sunt elementele ce se au în vedere la stabilirea grosimii stratului de inundare din parcelele de orezărie ?
- ▶ Cum se stabilește mărimea debitului de alimentare cu apă de irigație a parcelelor orezării ?
- ▶ Care sunt inconvenientele determinate de adoptarea unor valori prea mari ale debitului de evacuare a apei din parcelele orezării ?

IX. TEHNICA IRIGAȚIEI LOCALIZATE

9.1 Irigarea prin picurare

9.2 Irigarea prin rampe perforate

9.3 Irigarea subterană

Irigația localizată se caracterizează prin umezirea solului într-un spațiu restrâns, de-a lungul rândurilor de plante, între rânduri rămânând câte o fâșie de teren neudată (fig. 9.1). Această tehnică de udare s-e aplică, mai ales, în zonele cu deficit mare de apă, pentru irigarea pomilor, viței de vie și legumelor.

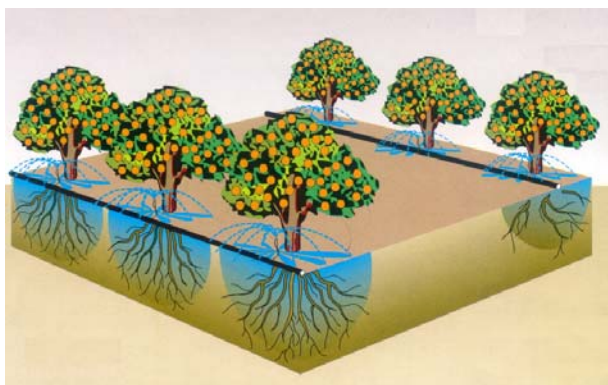


Fig. 9.1 Schema de principiu a irigației localizate

În România, suprafața relativ mică aferentă udării localizate, în raport cu alte metode de irigație, are perspectiva extinderii, concomitent cu dezvoltarea cercetărilor privind consumul de apă, elementele tehnice și echipamentele specifice acestei tehnici de udare.

9.1 Irigarea prin picurare

Irigarea prin picurare permite umezirea lentă a solului în zona de răspândire a rădăcinilor plantelor, cu ajutorul unor instalații speciale care distribuie apa, picătură cu picătură.

Comparativ cu metodele de udare tradiționale, irigarea prin picurare oferă câteva avantaje importante:

- ✓ se realizează cu consumuri mici de apă, forță de muncă și energie;
- ✓ poate fi aplicată pe toate categoriile de terenuri, atât în ce privește textura, cât și sub aspectul caracteristicilor de relief;
- ✓ folosită corespunzător, asigură pe întreaga perioadă de vegetație cel mai favorabil regim de umiditate a solului în raport cu cerințele plantelor;
- ✓ nu contribuie la ridicarea nivelului apei freatice și nu favorizează formarea crustei sau producerea eroziunii solului;
- ✓ modifică nesemnificativ umiditatea relativă a aerului și prin aceasta nu înlesnește dezvoltarea unor boli criptogamice;
- ✓ permite aplicarea, concomitent cu darea, a substanțelor fertilizante și a tratamentelor fitosanitare;

✓ întrucât udarea prin picurare nu umezește solul pe intervalele dintre rândurile de plante, buruienele se dezvoltă mai greu în aceste porțiuni de teren și totodată, se ușurează circulația pentru efectuarea lucrărilor de întreținere chiar în timpul aplicării udărilor, fără ca solul să se taseze excesiv;

✓ în general, asigură obținerea de recolte mai mari față de cele realizate în cazurile irigații prin aspersiune sau prin scurgere la suprafață.

Între dezavantajele irigații prin picurare se evidențiază următoarele:

- ✓ echipamentul de udare se realizează cu cheltuieli mari;
- ✓ exploatarea instalațiilor este îngreuiată de frecvența obturare a picurătoarelor și uneori a conductelor de către suspensiile din apa de irigație;
- ✓ distribuția apei în lungul conductelor de udare este relativ neuniformă;
- ✓ în absența unui control riguros al distribuției apei, există pericolul levigării azotului din stratul radicular;
- ✓ nu poate fi aplicată, cu tehnica actuală, decât la culturile horticole.

Echipamentul și amenajarea pentru irigarea prin picurare. Principal, o instalație de udare prin picurare are în componență următoarele elemente:

- ✓ ansamblul frontal sau blocul de control și distribuție, care cuprinde racordul la antenă, regulatorul de presiune, filtrul, fertilizatorul și debitmetrul (apometrul);
- ✓ conductele de transport, pentru legătura hidraulică între ansamblul frontal și conductele de udare, cu diametre de 30 - 90 mm, confecționate din material plastic;
- ✓ conductele de udare (fig. 9.2), reprezentând elementele active ale instalației, cu diametre de 10; 12; 16; 20; 25; și 32 mm, fabricate din polietilenă, polipropilenă, PVC plastifiat etc;

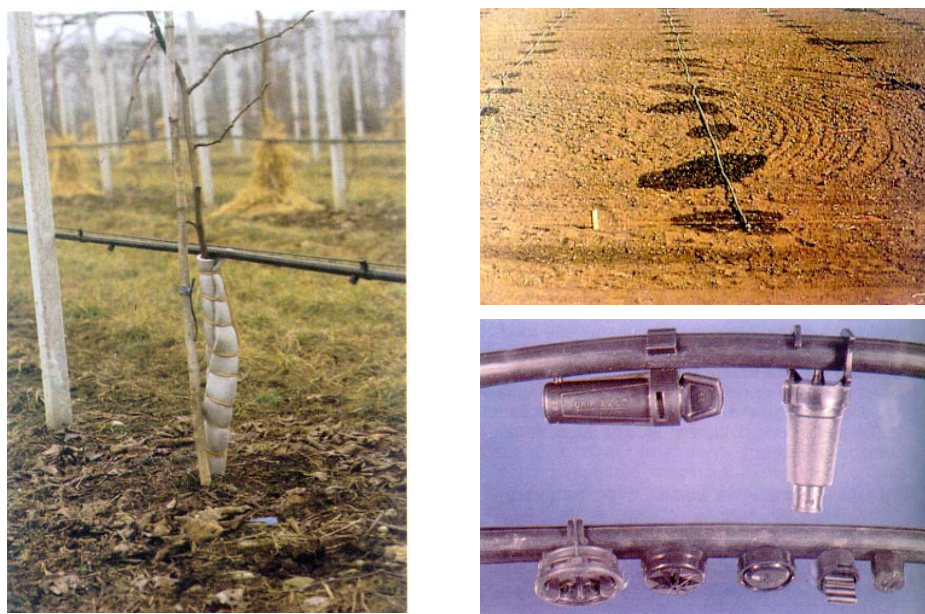


Fig. 9.2 Conducte de udare echipate cu diverse tipuri de picurătoare

✓ picurătoarele sau dispozitivele montate pe conductele de udare pentru a transforma curgerea continuă a jetului de apă sub presiune mică, într-o curgere intermitentă, lentă ($q = 1 - 10$ l/oră) sub formă de picături;

✓ fittingurile și armăturile din PVC rigid, pentru îmbinări și ramificații.

Tuburile folosite pentru alcătuirea instalației de udare prin picurare trebuie să satisfacă anumite cerințe, între care cele mai importante sunt:

✓ să asigure transportul apei cu pierderi de sarcină hidrodinamică cât mai mici;

✓ să reziste la radiațiile solare, variațiile de temperatură, activitatea diferitelor microorganisme și la acțiunea corozivă a substanțelor chimice din apa de irigație;

✓ să fie ușoare și rezistente la transport și manipulare;

✓ să aibă peretele opac, pentru a nu favoriza dezvoltarea în interiorul secțiunii a algelor sau a altor microorganisme;

✓ să fie cât mai lungi și să permită înlocuirea ușoară a tronsoanelor de conducte degradate.

Dispozitivele de picurare (picurătoarele) sunt confecționate, obișnuit, din masă plastică, într-o gamă largă de tipuri constructive (fig. 9.2): picurătoare cu traseu lung (șicanat, elicoidal sau sub formă de microtuburi), picurătoare cu traseu scurt, picurătoare autoreglabile, ciclonice, cu impuls ș.a. Diametrele orificiilor picurătoarelor sunt cuprinse între 0,4 - 2,0 mm; cu cât diametrele sunt mai mici, cu atât exigențele picurătoarelor față de puritatea apei de irigație sunt mai mari.

Irigarea prin picurare influențează direct dezvoltarea sistemului radicular al plantei. Se consideră că la pomi, cea mai bună dezvoltare a sistemului radicular se produce atunci când picurătorul se amplasează astfel încât limita zonei sale de influență să se găsească în dreptul tulpinii.

Irigarea prin picurare contribuie la creșterea conținutului de săruri solubile în sol, mai ales în cele argiloase. Majoritatea sărurilor solubile sunt “împinse”, odată cu circulația apei de irigație, spre periferia zonei umezite.

Particularitățile regimului de irigare în cazul udării prin picurare. La udarea prin picurare și în general, în cazul udării localizate, regimul de irigare are unele particularități determinate de faptul că, suprafața de teren este mică față de suprafața totală cultivată care ar fi trebuit udată prin alte metode.

Norma de irigație (M_p). Spre deosebire de norma de irigație (M) necesară pentru udarea prin scurgerea la suprafață sau prin aspersiune, norma de irigație prin picurare (localizată) este mai mică și se calculează cu relația:

$$M_p = k_r \cdot M \quad (9.1)$$

în care:

- M_p - norma de irigație prin picurare, în m³/ha;
 k_r - coeficient de corecție subunitar, care depinde de gradul de acoperire cu vegetație a terenului cultivat; gradul de acoperire reprezintă raportul între aria suprafeței ocupate efectiv de plante și aria suprafeței totale a terenului amenajat; în general (K_r) se adoptă egal sau mai mare cu aproximativ 10% decât gradul de acoperire;
 M - norma de irigație pentru udarea prin scurgere la suprafață sau prin aspersiune, în m³/ha;

Norma de udare (m_p) este, ca și norma de irigație, mai mică decât normele aplicate în cazul metodelor de udare clasice deoarece se calculează pentru umezirea numai a unei părți din volumul total a solului ocupat de cultură.

$$m_p = m \cdot P \quad (9.2)$$

în care:

- m_p - este norma de udare pentru irigarea prin picurare (localizată), în m³/ha;
 m - norma de udare calculată pentru metodele clasice de irigație, în m³/ha;
 P - proporția de sol ce trebuie umezit efectiv.

Se consideră că este suficientă umezirea a 33 % din volumul total al solului accesibil rădăcinilor la plantațiile de pomi din zonele aride și de minimum 20 % în zonele subumede. La culturile mai dese, proporția de sol umezit efectiv trebuie să fie mai mare pentru a se asigura alimentația normală cu apă a fiecărei plante. În zonele în care irigarea are rol de completare, rețeaua se dimensionează pentru umezirea a 20 - 25 % din volumul de sol explorat de rădăcini.

Norma de udare la irigarea prin picurare variază frecvent în limitele 100 - 300 m³/ha, valorile mai mari fiind corespunzătoare legumelor iar cele mai mici, culturilor cu densitate mică pe rând (pomi, viță de vie).

Intervalul dintre udări se stabilește în funcție de consumul de apă al culturii și de mărimea normei de udare:

$$T = \frac{m_p}{ET_{l \cdot zi}} \quad (9.3)$$

în care:

- T - este numărul de zile între două udări consecutive (1 - 6 zile);
 $ET_{l \cdot zi} = (\alpha + S_u) \cdot ET_{zi}$ este consumul de apă în cazul udării localizate, în m³/ha·zi;
 α - coeficientul specific pentru efectul de oază al fâșiei udate ($\alpha \approx 0,1$);
 S_u - raportul între suprafața umbrită și suprafața totală ocupată de cultură;
 ET_{zi} - consumul de apă al culturii, în cazul metodelor de udare clasice, în m³/ha·zi.

Elementele tehnice ale udării prin picurare.

Lungimea conductei de udare (L_{cu}) se stabilește astfel încât diferența între debitele primului și ultimului picurător să nu depășească 20 %. Această condiție este satisfăcută, în general, pentru lungimi mai mici de 100 m (obișnuit $L_{cu} \approx 60$ m).

Distanța între conductele de udare (d_{cu}) se adoptă egală cu distanța între rândurile de plante în cazul viței de vie și al pomilor iar la legume poate fi cuprinsă între 1,4 - 3,0 m.

Distanța între picurătoare (d_p) este dependentă de natura plantei irigate, debitul picurătorului și de particularitățile umezirii solului, astfel:

✓ pentru umezirea unei fâșii continue de sol pe direcția rândurilor (legume, flori), distanța între picurătoare variază între 0,9 - 2,0 m pe solurile cu textură fină și între 0,2 - 1,3 m pe cele cu textură grosieră;

✓ pentru umectarea solului “la plantă” (pomi, viță de vie), distanța între picurătoare sau între grupurile de picurătoare este egală cu depărtarea între plante pe rând.

Depărtarea între picurătoare și tulpinile pomilor sau viței de vie se recomandă să fie egală cu raza de umectare a picurătorului. Amplasarea picurătoarelor în imediata vecinătate a tulpinilor provoacă dezvoltarea defectuoasă a sistemului radicular al plantei.

Numărul de picurătoare pentru o plantă depinde de consumul de apă al culturii, debitul picurătorului și desimea plantelor pe rând. De exemplu, la vița de vie se folosesc pentru fiecare butuc 1 - 4 picurătoare (obișnuit 2) cu debitul $q_p=1 - 2$ l/oră; în livezi, numărul picurătoarelor pentru un pom este de 3 - 6 (frecvent 4 picurătoare) cu debitul $q_p=1 - 2$ l/oră.

Debitul unui picurător (q_p) poate fi de 1 - 10 l/oră, depinzând de tipul picurătorului și presiunea de funcționare. Desigur, debitul picurătorului trebuie reglat și în funcție de textura solului.

Durata udării prin picurare (t_p) se calculează cu relația:

$$t_p = \frac{m_p \cdot d_{cu} \cdot d_p}{q_p} \quad (9.4)$$

în care:

- t_p - reprezintă durata udării prin picurare, în ore;
- m_p - norma udării prin picurare, în m³/ha;
- d_{cu} - distanța între conductele de udare, în m;
- d_p - distanța între picurătoare, în m;
- q_p - debitul picurătorului, în l/oră.

Exploatarea și întreținerea instalațiilor de udare prin picurare. Întrucât la udarea prin picurare, circulația apei are loc prin secțiuni mici, se impun câteva precauții care să permită funcționarea normală a instalației.

La intrarea în funcție a instalației trebuie verificate toate componentele acesteia, în care scop:

✓ se introduce apă în instalație și se lasă să funcționeze cu supapele și capetele aval ale conductelor de udare deschise până când reziduurile, rămase accidental în interiorul conductelor, sunt eliminate;

✓ se controlează amănunțit întreaga instalație pentru a depista eventualele spărturi sau fisuri prin care s-ar pierde apa de irigație;

✓ se examinează funcționarea picurătoarelor, efectuându-se și unele determinări de debite.

Evitarea suprapresiunilor în rețeaua de conducte se asigură acționând lent robinetele, astfel ca în timpul umplerii instalației, viteza apei să nu depășească 0,30 m/s.

Pentru evacuarea completă a aerului, capetele conductelor se obturează numai după 15 - 20 minute din momentul în care apa a început să curgă prin secțiunile aval ale acestora. Pompa se oprește concomitent cu închiderea secțiunilor aval ale conductelor. Se procedează apoi la închiderea parțială a supapelor pentru reglarea presiunii de regim în fiecare conductă de udare.

Exploatarea normală a instalațiilor de udare prin picurare este dependentă și de funcționarea eficace a filtrului din ansamblul frontal. Frecvența spălării filtrului este condiționată de calitatea apei de irigației. Obişnuit, filtrul trebuie spălat după aplicarea fiecărei udări.

Conductele de udare trebuie spălate cel puțin odată pe lună iar cele de distribuție, mai rar, în funcție de calitatea apei. De asemenea, întreaga instalație trebuie spălată după fiecare tratament fitosanitar sau de fertilizare.

La sfârșitul campaniei de irigație instalația se spală și se golește de apă.

Obturarea picurătoarelor se poate datora suspensiilor solide din apă, micro-organismelor și substanțelor organice, precipitării unor substanțe chimice etc.

Suspensiile solide din apa de irigație sunt reținute în cea mai mare parte cu ajutorul filtrului montat în ansamblul frontal al instalației.

Bacteriile și algele se extermină folosind 1 mg/l clor rezidual liber, injectat în instalație timp de 45 minute. Combaterea algelor se poate face și prin introducerea în apa de irigat a sulfatului de cupru, în proporția 1:1.000.000.

Prevenirea depunerilor de $CaCO_3$ pe pereții interiori ai conductelor și picurătoarelor se realizează prin spălarea instalației săptămânal, timp de 30 minute, cu o soluție de acid clorhidric tehnic, în concentrație de 2%.

Îndepărtarea particulelor solide blocate pe traseele de curgere a apei din interiorul picurătoarelor se face folosind aerul sub presiune.

9.2 Irigarea prin rampe perforate

Irigarea prin rampe perforate reprezintă o variantă a udării localizate care a fost concepută în cadrul Companiei Naționale pentru Amenajări Bas Rhône-Languedoc (CNABRL) în anul 1968, pentru udarea în plantațiile de pomi, viță de vie și în câmpurile de legume.

Conductele de udare (rampele perforate) ale instalației sunt tuburi din polietilenă, cu diametre de 20 - 32 mm și lungimea până la 200 m, care se amplasează în lungul rândurilor de plantate, pe fundul unor rigole (brazde de infiltrație), biefate la 4 - 8 m prin digulețe de pământ. Amplasamentele rigolelor nu trebuie să stânjenească circulația mașinilor agricole.

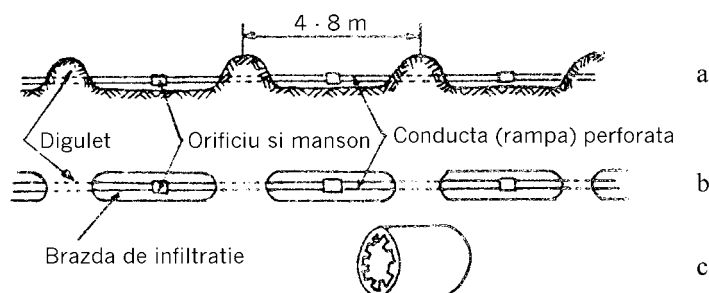


Fig. 9.5 Amplasarea rampelor perforate în brazdele de infiltrație
a – vedere în plan; b – vedere în profil; c – manșon canelat

Trecerea apei din conductele de udare în biefurile brazdei de infiltrație se face prin orificii sau duze calibrate cu diametre, variind între 1,6 mm în partea amonte și 2,1 mm spre extremitatea aval a conductei, astfel încât la presiunea de funcționare în lungul rampei perforate (1,3 - 0,3 atmosfere), se realizează pentru 1 m de rigolă debite de 0,2 - 0,4 cm³/s, în medie 65 l/oră pentru un bief.

Pentru diminuarea energiei cinetice a apei ce străbate perforațiile din pereții conductei de udare precum și pentru prevenirea înfundării acestora cu particulele solide din rigolă, orificiile sunt protejate cu manșoane canelate de câte 7 cm lungime.

În țara noastră, I.C.I.T.I.D. - Băneasa-Giurgiu a realizat o instalație de udare prin tuburi perforate (I.U.T.P. - 1) care are în componență următoarele elemente:

- ✓ ansamblul frontal (agregat de pompare, filtru, recipient de îngrășămintă, vană debitmetru, injector volumetric etc);
- ✓ conductele de transport, de distribuție și conductele (tuburile) perforate cu elemente de udare de tip ajutoraj (duze) cu manșon sparge-jet și protecție în zona fiecărei perforații.

Lungimea conductelor perforate este de aproximativ 200 m pentru instalația folosită la irigarea livezilor și de 100 m pentru instalațiile de viță de vie.

9.3 Irigarea subterană

Irigația subterană permite umezirea stratului radicular prin infiltrația laterală și ascensiunea capilară a apei din conductele de ceramică, material plastic, azbociment, galerii de drenaj cârțiță etc, amplasate sub suprafața terenului la adâncimi de 1,4 - 1,0 m.

Solurile pe care se aplică udarea subterană trebuie să aibă o textură medie-grea, cu circulația capilară a apei pronunțată, să conțină puține săruri solubile iar subsolul să fie cât mai impermeabil.

Principial, amenajarea pentru irigarea subterană poate fi folosită și pentru evacuarea excesului de apă din sol în perioadele umede din sezonul de vegetație.

Irigarea subterană prezintă unele avantaje între care cele mai importante sunt următoarele: economisește teren arabil, necesită cheltuieli mici pentru nivelarea terenului, protejează structura stratului arabil și nu favorizează formarea crustei, asigură condiții bune de mecanizare a lucrărilor agricole, stânjenește îmburuienarea terenului etc.

Principalele dezavantaje ale tehnicii de irigare subterană, care limitează extinderea acestei metode de udare, constau în: valoarea ridicată a investiției specifice de amenajare, pierderile mari de apă prin percolare sub stratul activ, favorizarea ridicării în orizontul de la suprafață a sărurilor solubile din partea inferioară a profilului solului, colmatarea rapidă a conductelor de udare ș.a.

Se disting mai multe tipuri de amenajare pentru irigarea subterană: cu conducte sub presiune, cu conducte alimentate din canale, cu drenuri cârțiță alimentate din canale, cu rigole căptușite și conducte alimentate din rezervoare cu nivel constant.

Amenajarea cu conducte sub presiune. În cadrul acestui tip de amenajare, presiunea în rețeaua de conducte (până la maximum 2 atmosfere) este asigurată de cotele dominante ale traseelor canalelor de aducțiune. Schema de amenajare cu conducte sub presiune este caracteristică pentru terenurile în pantă.

Conductele de distribuție ($\varnothing = 100 - 120$ mm), amplasate pe linia de cea mai mare pantă, alimentează conductele de udare ($\varnothing = 50 - 75$ mm), dispuse în lungul curbelor de nivel.

Conductele de udare, sunt îngropate la adâncimi de 40-60 cm sub suprafața terenului, au panta de 1 - 2 ‰ și lungimea de 200 - 250 m. În funcție de presiunea maximă pentru care sunt proiectate să funcționeze conductele de udare, se amplasează pe conductele de distribuție reglatoarele de presiune.

Amenajarea cu conducte subterane alimentate din canale. Această schemă de amenajare este potrivită pentru terenurile plan-orizontale, cu microrelieful slab exprimat. Canalele distribuitoare de sector alimentează conductele de udare îngropate la 0,6 - 1,0 m și distanțate la 5 - 8 m. Conductele de udare, din tuburi de material plastic sau ceramică, au $\varnothing = 50 - 100$ mm, lungimea de 200 - 250 m și sunt amplasate cu o pantă de 2 - 4 ‰.

Dependentă de diferența de nivel între cota apei din CDS și cotele de amplasament a conductelor îngropate, presiunea apei în rețeaua de udare este în general, mai mică de 0,2 atm.

Reglarea pătrunderii apei în conductele subterane se realizează cu ajutorul stăvilarelor de remuu dispuse pe canalele distribuitoare de sector. De asemenea, la distanțe de câte 30 - 120 m (în funcție de pantă) se prevăd pe conductele de udare, tuburi verticale cu ventile, prin închiderea cărora se favorizează ieșirea apei din conductă în sol pe la locurile de îmbinare sau prin perforații.

Amenajarea poate cuprinde și canalele de desecare pentru evacuarea excesului de umiditate care poate apare în anumite intervale din sezonul de vegetație.

Amenajarea cu drenuri cârțiță alimentate din canale. Înlocuirea conductelor de udare cu galerii de drenaj cârțiță reduce investiția specifică pentru irigarea subterană dar această soluție poate fi aplicată numai în cazul solurilor grele ale căror însușiri fizice conferă o oarecare stabilitate galeriilor.

În cadrul acestei scheme de amenajare galeriile de drenaj cârțiță se alimentează din canale distribuitoare de sector și/sau din canale provizorii. Galerile, executate la adâncimea medie de 40 - 50 cm, au diametrul de 8 - 10 cm, lungimea de 100 m, panta în jur de 5 ‰ și sunt distanțate la 1 - 3 m. Gura de alimentare cu apă a fiecărei galerii se consolidează cu tuburi de ceramică sau din PVC.

Amenajarea cu rigole căptușite și conducte alimentate din rezervoare cu nivel constant. Această variantă de irigare subterană, cunoscută și sub numele de *irigare prin capilaritate*, are avantajul că elimină pierderile de apă prin percolarea stratului activ de sol, specifice udării subterane.

Instalația caracteristică metodei cuprinde un rezervor de nivel constant care distribuie apa într-o conductă de transport și care, la rândul său, alimentează conductele de udare.

Conductele, alcătuite din tuburi de polietilenă, sunt amplasate subteran la adâncimea de 0,4 - 0,6 m. Conductele de udare sunt prevăzute pe generatoarea superioară cu orificii, distanțate la aproximativ 1 m, prin care apa trece din conductă în sol iar la capăt sunt obturate cu câte un dop.

Rigolele în care sunt amplasate conductele de udare au secțiunea transversală în formă de “V” sau “U”. Așezarea conductelor de udare pe fundul rigolelor este precedată de impermeabilizarea părții inferioare a secțiunii acestora din urmă, prin căptușirea cu folie de polietilenă pe o înălțime de 20 - 25 cm de la fundul rigolei. Ulterior, conductele de udare și rigolele sunt acoperite cu pământ până la suprafața terenului.

Apa distribuită prin orificiile conductelor de udare se acumulează în lungul rigolelor, formând zone saturate efemere din care se răspândește în masa stratului activ de sol prin capilaritate.

Nivelul apei care se acumulează în lungul rigolelor nu trebuie să depășească marginile foliei de polietilenă; el se autoreglează prin menținerea constantă a cotei apei în rezervorul de alimentare.

Protecția orificiilor de pe conductele de udare împotriva înfundării cu pământ sau rădăcini, se realizează fie prin acoperirea fiecărui orificiu cu câte o pastilă poroasă (ceramică, masă plastică, fibră de sticlă etc) sub formă de ciupercă, fie prin sudarea în dreptul fiecărui orificiu a câte unui tub de câțiva cm lungime, umplut cu fibre poroase imputrescibile (azbest, fibre sintetice etc.).

Întrucât conductele de udare trebuie amplasate în poziție orizontală, amenajarea descrisă se pretează pentru suprafețe mici, plan-orizontale, ocupate cu plante horticole. Se poate folosi și pe terenurile înclinate echipate cu terase orizontale, asigurând pentru fiecare terasă câte un bazin de alimentare cu apă, cu nivel constant.

Întrebări recapitulative

- ▶ Care sunt avantajele și dezavantajele metodei de udare prin picurare ?
- ▶ Enumerați principalele componente ale instalației de irigație prin picurare.
- ▶ Care sunt cerințele impuse tuburilor folosite pentru alcătuirea instalației de udare prin picurare ?
- ▶ Cum trebuie amplasate picurătoarele pentru a se asigura cea mai bună dezvoltare a sistemului radicular al pomilor?
- ▶ Cum se stabilește mărimea normei de udare la irigarea prin picurare ?
- ▶ Enunțați și definiți elementele tehnice ale udării prin picurare.
- ▶ Ce precauții se impun în exploatarea instalațiilor de udare prin picurare pentru asigurarea funcționării corespunzătoare a acestora ?
- ▶ Care este principiul de funcționare al metodei de udare prin rampe perforate ?
- ▶ În câte moduri pot fi realizate amenajările pentru udarea subterană ?

X. TEHNICA APLICĂRII IRIGAȚIEI ÎN CONDIȚII SPECIALE DE TEREN

10.1 Irigarea terenurilor cu aport freatic

10.2 Irigarea nisipurilor și a terenurilor nisipoase

10.3 Irigarea terenurilor cu pante mari

Influența dominantă a unora dintre caracteristicile cadrului natural poate determina pe terenurile irigabile, condiții speciale care impun adaptarea tehnicii de irigație acestor particularități în scopul asigurării rolului benefic al irigației.

10.1 Irigarea terenurilor cu aport freatic

Terenurile cu aport freatic sunt situate în luncile râurilor, pe terasele inferioare și în câmpiile joase; ele se caracterizează prin drenaj natural redus și apa freatică la adâncime mică.

În general, pe aceste terenuri gradul de mineralizare a apei freatice se diferențiază în funcție de zona climatică, fiind sub 1 g/l în zona umedă, între 1 - 3 g/l în zona subumedă și mai mare de 3 g/l în zona semiaridă.

Regimul hidric al solului se află sub influența alternantă a deficitului și excesului temporar de umiditate.

Soluția optimă pentru exploatarea eficientă a terenurilor agricole cu aport freatic este amenajarea concomitentă pentru irigație și drenaj.

Irigarea, aplicând udări de răsărire sau în cursul vegetației, trebuie realizată astfel încât stratul de sol umezit cu apa de irigație să rămână izolat de franjul capilar printr-un strat tampon de sol uscat, cu grosimea de 20 - 30 cm. În acest scop, cea mai potrivită metodă de udare este aspersiunea, cu norme de udare riguros dozate și aplicate în condițiile în care se poate realiza o bună uniformitate de umezire a solului.

Rețeaua de drenaj asigură eliminarea excesului de apă din sol în intervalele umede din sezonul de vegetație, limitează ridicarea nivelului freatic peste adâncimea critică de salinizare sau înmlăștinire și permite evacuarea sărurilor solubile, antrenate de apa de irigație prin percolarea stratului radicular.

Combinarea irigației cu drenajul, coroborate și cu alte măsuri agropedo-ameliorative, constituie soluția radicală de ameliorare a solurilor salinizate și/sau alcalinizate.

10.2 Irigarea nisipurilor și a terenurilor nisipoase

Nisipurile și solurile nisipoase au alcătuirea granulometrică predominant grosieră (peste 90 % nisip și 6 - 10 % praf + argilă), densitatea aparentă mare ($DA \approx 1,4 \text{ t/m}^3$) și starea structurală, practic inexistentă. Capacitatea de reținere a apei și înălțimea ascensiunii capilare sunt reduse iar indicii hidrofizici, de asemenea, au valori reduse ($CO = 0,7 \% \div 1,6 \%$; $CC = 4,9 \% \div 7,5 \%$; la nisipurile evolute, capacitatea de câmp poate ajunge până la $12 \% \div 15 \%$).

Nisipurile sunt foarte sărace în materie organică (conținutul în humus de $0,4\% \div 1,2 \%$) și elementele nutritive, au activitatea microbiologică neînsemnată iar reacția este, de regulă, acidă ($pH = 5,2 - 6,7$).

Aplicarea irigației pe nisipuri și soluri nisipoase trebuie subordonată caracteristicilor fizico-chimice și biologice ale acestora.

Irigarea *nisipurilor* contribuie la prevenirea și combaterea eroziunii eoliene prin faptul că, nisipurile umezite asigură o bună coeziune a particulelor solide și totodată permite cultivarea plantelor pe suprafețele nisipoase întrucât apa determină accesibilitatea elementelor nutritive, absorbția sărurilor minerale fiind posibilă numai în soluție.

Particularitățile regimului de irigare.

Plafonul minim al umidității optime trebuie să reprezinte pe nisipuri 65 - 70 % din (IUA). Dar, datorită randamentului scăzut la aplicarea udărilor cu norme foarte mici și dese, în exploatarea sistemelor de irigație pe nisipuri se acceptă plafonul minim la 50 % din (IUA). Această soluție este justificată și de faptul că după câțiva ani de aplicare a irigației, permeabilitatea nisipurilor se reduce și odată cu aceasta, se diminuează și pierderile de apă prin percolare.

Adâncimea de umezire se recomandă să varieze în funcție de dezvoltarea sistemului radicular pentru a se evita risipa de apă, levigarea sub stratul cu rădăcini a elementelor fertilizante și poluarea apei freatice. În lunile cu consumul de apă maxim (iulie, august), adâncimea de umezire poate fi de 0,8 – 1,0 m.

Norma de udare variază între 150 - 600 m³/ha, depinzând de plafonul minim adoptat (50 % din IUA sau 70 % din IUA) și de grosimea stratului ce trebuie umezit. Obișnuit în lunile cu consumul de apă maxim se folosesc norme de udare

de 400 - 600 m³/ha, corespunzătoare plafonului minim de 50 % din (IUA) și adâncimii de umezire de 0,8 - 1,2 m.

Pentru prevenirea și combaterea eroziunii eoliene, se aplică norme de udare mici (200-300 m³/ha), care să asigure umezirea pe adâncimea de 0,3-0,5 m. În aceste condiții, se economisește apa și se udă o suprafață mare de teren într-un timp relativ scurt.

Intervalul dintre udări în lunile de vârf este de 7 - 10 zile, cu câteva zile mai mic decât în cazul irigației terenurilor cu soluri mijlocii.

10.3 Irigarea terenurilor cu pante mari

Panta terenului este unul din principalii parametri care determină alegerea metodei de udare. Se cunoaște că, în cazul udării prin brazde, se poate realiza controlul fenomenului de eroziune prin irigație până la pante de 1,5 - 2,0 %; la pante mai mari se impun măsuri speciale cum sunt: folosirea conductelor transportabile și/sau asigurarea unor trasee adecvate pentru elementele active de udare.

Aspersiunea poate fi aplicată cu rezultate satisfăcătoare până la pante de aproximativ 10 %; peste această limită, reducerea intensității de stropire cu 40 % sau mai mult, pentru evitarea eroziunii, determină diminuarea semnificativă a calității udărilor.

În cazul terenurilor cu pante de 1,5 - 4,0%, udarea prin brazde poate fi aplicată dacă se înlocuiesc elementele inactive ale rețelei provizorii de irigație cu conducte transportabile iar brazdele se deschid pe direcția generală a curbelor de nivel, asigurând pentru circulația apei viteze de neeroziune.

Când este iminent fenomenul de eroziune în lungul brazdelor datorită circulației apei de irigație cu viteză prea mare, se execută *brazde în trepte*, trecând apa dintr-o brazdă de udare - după un parcurs de 15 - 20 m - în brazda următoare din aval, printr-o tăietură transversală a coamei.

În livezi se execută brazde în care circulația apei se face pe trasee zigzagate.

Pe terenurile cu pante cuprinse între 4 - 20 % irigarea prin brazde se realizează *pe contur*, cu alimentarea din conducte, jgheaburi sau canale dalate, orientate pe linia de cea mai mare pantă. Surplusul de apă din brazde se descarcă pe la capetele aval ale acestora în canale de evacuare consolidate.

Întrebări recapitulative

- ▶ Care este soluția optimă de amenajare pentru exploatarea optimă a terenurilor agricole cu aport freatic ?
- ▶ Care sunt particularitățile regimului de irigare pe nisipuri și soluri nisipoase ?
- ▶ Care este principala problemă care trebuie avută în vedere la irigarea terenurilor cu pante mari ?

XI. PARTICULARITĂȚILE EXPLOATĂRII AGRICOLE ÎN AMENAJĂRILE PENTRU IRIGAȚII

11.1 Structura culturilor pe terenurile irigate

11.2 Asolamentele în condiții de irigare

11.3 Lucrările solului pe terenurile irigate

11.4 Fertilizarea solului pe terenurile irigate

11.5 Combaterea buruienilor pe terenurile irigate

Agricultura intensivă în amenajările pentru irigații supune solul unor transformări energice de natură fizică, chimică și biologică prin acțiunea tehnologiilor folosite. În aceste condiții, agriculturii irigate îi sunt proprii unele particularități, între care, cele mai importante sunt evidențiate în cele ce urmează.

11.1 Structura culturilor pe terenurile irigate

Dezvoltarea amenajărilor de irigație în țara noastră a determinat extinderea în stepă și silvostepă a unor culturi cu cerințe relativ mari față de umiditate, cum sunt: cartoful, soia și sfecla de zahăr.

Cu toate acestea, pe terenurile irigate structura culturilor cuprinde, de regulă, un sortiment de plante mai restrâns decât în agricultura neirigată și anume acelea care, în condițiile asigurării regimului optim de irigație, produc sporuri mari de recoltă. Între plantele care valorifică cel mai bine apa și condițiile agrotehnice superioare ce se pot realiza pe terenurile irigate se disting, în ordine: plantele furajere (porumbul pentru siloz și masă verde, lucerna, iarba de Sudan etc), cartoful, sfecla pentru zahăr, soia, porumbul, floarea soarelui și cerealele păioase. Desigur, alegerea culturilor trebuie subordonată și asigurării rotațiilor raționale.

Una dintre cerințele importante ce se impune a fi satisfăcută prin stabilirea structurii culturilor irigate constă în realizarea unei eficiențe economice ridicate.

Sub acest aspect, plantelor furajere și porumbului trebuie să li se acorde prioritatea necesară dezvoltării susținute a zootehniei.

Sortimentul culturilor irigate este corespunzător dacă oferă posibilitatea cultivării terenului amenajat pe întreaga durată a sezonului de vegetație prin practicarea culturilor succesive, asigurând un raport echilibrat între plantele cu perioadă lungă și cele cu perioadă scurtă de vegetație.

De asemenea, componența culturilor irigate trebuie astfel alcătuită încât cerințele de apă, în intervalele de timp cu consumul maxim, să fie concordante cu parametrii tehnico-funcționali ai sistemului de irigație.

11.2 Asolamentele în condiții de irigare

În condiții de irigație, amplasamentul, forma și dimensiunile solilor asolamentului sunt condiționate de traseele rețelei permanente de irigație.

Pe de altă parte, asolamentului irigat îi sunt specifice:

- ✓ sortimentul restrâns de culturi irigate, ceea ce obligă la rotații mai scurte decât pe terenurile neirigate;
- ✓ ponderea mare (40 - 50%) a porumbului în structura culturilor;
- ✓ prezența culturilor tehnice care valorifică bine apa, dar care prezintă cerințe exigente față de rotație;
- ✓ necesitatea acută de refacere periodică a fertilității solului, ca urmare a exploatării intensive a pământului, folosindu-se în acest scop plante și tratamente amelioratoare;
- ✓ posibilitatea ocupării terenului cu vegetație pe întreg sezonul cald al anului, prin sistemul culturilor succesive sau cultivând lucerna și iarba de Sudan, prevenindu-se astfel salinizarea secundară a solului.

Agricultura irigată permite, atât rotații pe mai mulți ani cu mai multe culturi, cât și rotații anuale intensive.

Rotațiile multianuale cu mai multe culturi pot fi: de 2 ani cu 3 culturi, de 3 ani cu 4 culturi, de 4 ani cu 5 culturi și de 5 ani cu 6 sau 7 culturi.

Rotațiile anuale (intensive) sunt specifice agriculturii irigate și permit obținerea de pe aceeași suprafață de teren a 2 sau 3 recolte pe an.

Obținerea rezultatelor bune în practicarea rotațiilor anuale este condiționată de alegerea adecvată a succesiunii culturilor, în concordanță cu condițiile climatice, resursele materiale și cerințele economice ale fermei de culturi irigate. De asemenea, este foarte importantă operativitatea cu care se realizează lucrările

de recoltare, eliberarea și pregătirea terenului precum și semănatul culturii succesive, eliminându-se orice întârziere.

Rotația anuală cu 2 culturi poate fi aplicată în majoritatea zonelor irigate.

Rotația cu 3 culturi pe an cuprinde în structură plante cultivate în exclusivitate pentru producția de masă verde necesară sectorului zootehnic, asigurând furajul verde din aprilie până în noiembrie.

Practicarea rotațiilor anuale pe terenurile arabile irigate determină câteva avantaje importante și anume:

- ✓ se obțin producții superioare de furaje, comparativ cu folosirea plantelor furajere cu perioadă lungă de vegetație (lucerna, iarba de Sudan, sfecla furajeră, raigrasul italian etc)
- ✓ se extinde perioada de furajare cu masă verde a animalelor de la 3 luni (mai - iulie) în condiții fără irigare, la mai mult de 8 luni (aprilie - noiembrie) aplicând rotații anuale cu culturi irigate;
- ✓ se reduce termenul de recuperare a investițiilor pentru amenajarea de irigație;
- ✓ se asigură folosirea optimă a sursei de apă, a utilajelor de irigație precum și a forței de muncă;
- ✓ se diminuează pierderea apei prin evaporație la suprafața terenului și se previne salinizarea secundară întrucât culturile succesive acoperă și protejează solul pe întreaga perioadă a sezonului de vegetație.

11.3 Lucrările solului pe terenurile irigate

Lucrările solului reprezintă aproximativ 40 % din volumul lucrărilor mecanizate la principalele culturi irigate.

Executarea și succesiunea lucrărilor solului pe terenurile irigate prezintă anumite particularități datorită mai multor cauze, cum sunt:

- ✓ practicarea rotațiilor anuale care nu îngăduie executarea arăturii adânci de vară;
- ✓ necesitatea încorporării în stratul superficial al solului a gunoiului de grajd nefermentat sau a resturilor vegetale tocate;
- ✓ umiditatea solului mai ridicată în momentul executării arăturii ș.a.

Pe terenurile arabile irigate se formează mai ușor hardpanul, care este aproape impermeabil pentru apă și aer și uneori, impenetrabil pentru rădăcinile plantelor.

Rezultatele cercetărilor științifice arată că, adâncimea optimă a arăturii pentru diferitele culturi irigate, în condiții tehnologice obișnuite de lucrare a solului, este:

- ✓ 15 - 20 cm pentru grâul de toamnă, floarea soarelui, soia și fasolele;

- ✓ 20 - 23 cm pentru porumb;
- ✓ 25 - 30 cm pentru lucernă, sfecla pentru zahăr, cartof;
- ✓ 15 - 18 cm pentru culturile succesive (duble).

Respectându-se rotația și adâncimea optimă a arăturii specifice fiecărei culturi, se preîntâmpină formarea hardpanului.

S-a constatat că mobilizarea exagerată a solului determină, pe lângă risipă de energie și degradarea capacității de producție a pământului, prin sporirea numărului de treceri cu agregatele agricole pe suprafața cultivată. Prin urmare, pe terenurile irigate cerințele privind conservarea solului și reducerea consumului de energie, carburanți și lubrefianți implică, mai mult decât în agricultura neirigată, mai ales la culturile prășitoare, executarea concomitentă a pregătirii patului germinativ, erbicidarea, fertilizarea, aplicarea insecticidelor la semănat și semănatul, folosind agregate complexe.

Tasarea mai rapidă a solurilor irigate impune ca odată la 4 ani (anual pe 25% din suprafață) să se asigure refacerea afânării în profunzime a solului, contribuindu-se prin această lucrare și la distrugerea buruienilor perene rezistente la erbicide.

11.4 Fertilizarea solului în condiții de irigare

Fertilizarea constituie unul dintre cele mai importante mijloace de creștere a eficienței culturilor irigate, atât prin influența energetică asupra recoltelor, cât și prin raportul între costurile de producție pentru irigare și cele pentru fertilizare.

Pe solurile cultivate în condiții de irigare, necesitatea aplicării îngrășămintelor este mai acută decât în agricultura neirigată datorită consumului mai accentuat de substanțe nutritive realizat de recoltele sporite (una, două sau trei în fiecare sezon de vegetație) și pierderilor prin levigare produsă de apa de irigație.

S-a constatat că, chiar pe solurile cele mai fertile, după numai câțiva ani de irigație fără aplicarea de îngrășămintă, recoltele se reduc la 40 - 50 q/ha pentru porumb, 20 - 25 q/ha pentru grâu și orz, 20 - 25 q/ha pentru soia și 18 - 20 q/ha pentru floarea soarelui (*I. Picu*, 1982). Rezerva de azot a solurilor irigate se diminuează în primii 2 - 3 ani atât de mult încât devine factorul critic cel mai important.

Fertilizarea fosfatică se ameliorează în primii 4 - 6 ani, ca urmare a îmbunătățirii prin irigație a regimului umidității solului, după care fosforul mobil devine deficitar în stratul radicular.

În ce privește potasiul, solurile irigate își păstrează timp îndelungat o bună stare de aprovizionare încât efectele favorabile ale aplicării îngrășămintelor cu potasiu sunt nesemnificative pentru majoritatea solurilor din țara noastră.

Cantitatea de materie organică din sol, dar și calitatea acesteia sunt modificate energic prin aplicarea irigației, cu consecințe ce evidențiază, mai ales, înrăutățirea însușirilor fizice și biologice ale solului. De aceea, refacea periodică a rezervei de materie organică în sol prin aplicarea gunoiului de grajd, încorporarea resturilor vegetale și prin introducerea în rotație a plantelor ameliorate, constituie condiția necesară și eficientă pentru menținerea fertilității efective a solurilor irigate.

11.5 Combaterea buruienilor pe terenurile irigate

Pe terenurile irigate, reducerea gradului de îmburuienare sub limita de diminuare a producției agricole prezintă, comparativ cu suprafețele cultivate și neirigate unele inconveniente exprimate prin:

- ✓ îmburuienarea mai intensă a culturilor datorită optimizării factorilor de vegetație și a aportului de semințe de buruieni prin apa de irigație;
- ✓ modificarea compoziției floristice a buruienilor în favoarea gramineelor și a speciilor perene, ambele grupe fiind mai dificil de combătut decât dicotiledonatele anuale;
- ✓ reducerea intervalelor de timp când agregatele agricole pot efectua lucrările de combatere, ca urmare a umidității mai ridicate a solului și a ocupării terenului cu culturi pe întreaga durată a sezonului de vegetație;
- ✓ limitarea folosirii erbicidelor cu persistență după recoltarea plantelor premergătoare, din cauza practicării sistemului de culturi succesive ș.a.

Pe de altă parte, folosirea irigației permite și unele facilități în combaterea buruienilor, ca de exemplu:

- ✓ posibilitatea distribuirii unor erbicide odată cu aplicarea udărilor;
- ✓ folosirea udării prin aspersiune pentru stimularea acțiunii unor erbicide reziduale și prin urmare diminuarea dozelor de erbicide aplicate;
- ✓ contribuția nemijlocită a deschiderii brazdelor de udare la combaterea agrotehnică a buruienilor între rândurile de plante etc.

Întrebări recapitulative

- Ierarhizați principalele culturi agricole în funcție de gradul de valorificare a apei de irigație.

- ▶ Ce avantaje se asigură prin practicarea rotațiilor anuale pe terenurile irigate ?
- ▶ Care sunt cauzele care determină diferențierea modului de executare a lucrărilor solului pe terenurile irigate ?
- ▶ Cum se explică necesitatea mai acută a aplicării îngrășămintelor pe terenurile agricole irigate ?
- ▶ Care este condiția necesară și eficientă pentru menținerea fertilității efective a solurilor irigate ?
- ▶ Prezentați inconvenientele care apar în desfășurarea activităților pentru reducerea gradului de îmburuienare sub limita de diminuare a producției agricole pe suprafețele cultivate și irigate.

XII. IRIGAREA PRINCIPALELOR CULTURI DE CÂMP

12.1 Irigarea porumbului

12.2 Irigarea grâului de toamnă

Cercetările științifice în câmpurile experimentale irigate și practicarea irigației în diferitele zone pedoclimatice din țara noastră au permis stabilirea pentru majoritatea plantelor de cultură a elementelor regimului de irigație.

12.1 Irigarea porumbului

Deși porumbul este o plantă rezistentă la secetă, având consumul de apă redus (coeficientul de transpirație 233 - 445), sistemul radicular foarte dezvoltat și profund și capacitatea de a rezista la uscăciune prin ofilirea temporară și reducerea suprafeței de transpirație, reprezintă una dintre cele mai importante culturi pe terenurile arabile irigate deoarece pe aceste suprafețe participă în proporție de 40 - 50% și valorificând foarte bine apa de irigare în condiții agrotehnice aplicate corespunzător, asigură sporuri de producție mari (27,4-45,7 q/ha).

Cerința față de apă a porumbului se diferențiază în perioada de vegetație în funcție de fazele de creștere și de dezvoltare astfel:

✓ între germinație și începutul creșterii tulpinii consumul de apă este mic, umiditatea necesară putând fi asigurată, obișnuit, de cantitatea de apă existentă în sol la semănat;

✓ de la răsărit și până la apariția a 6 - 8 frunze cerința de apă crește, dar rămâne moderată; porumbul consumă în această perioadă (sfârșitul lunii aprilie-începutul lunii iunie) aproximativ 12 - 14 % din totalul apei necesare în întreg ciclul de vegetație; de regulă, umiditatea solului, determinată de rezerva de apă din timpul iernii și din precipitațiile din primăvară și începutul verii, acoperă cerința de apă a porumbului în această etapă;

✓ între apariția a 6 - 8 frunze și evidențierea inflorescenței masculine (aproximativ pe durata lunii iunie) creșterea părții aeriene a plantei este intensă și cerințele de apă se majorează continuu, astfel că în acest interval de timp porumbul consumă circa 20 % din totalul de apă necesar, revenind în jur de 40 m³/ha·zi; în majoritatea cazurilor, ploile din luna iunie satisfac nevoia de apă a porumbului în această fază de vegetație, dar în zona de stepă și mai ales în anii cu primăveri secetoase apare necesară aplicarea primei udări la începutul formării tulpinii, chiar în faza de 6 - 8 frunze; spre sfârșitul formării tulpinii, adică înainte de apariția inflorescenței masculine, preocuparea pentru irigarea porumbului este obligatorie, astfel ca în faza înspicării, solul să fie bine aprovizionat cu apă;

✓ în timpul înfloritului (înspicare - apariția mătăsii - polenizare), obișnuit în decadele a II-a și a III-a ale lunii iulie, porumbul manifestă cerința maximă pentru apă, reprezentând circa 28 % din total; satisfacerea corespunzătoare a nevoii de apă a porumbului în faza înfloritului reprezintă cea mai importantă măsură practică pentru asigurarea nivelului ridicat al producției;

✓ în perioada umplerii boabelor (după polenizare și până la sfârșitul coacerii în lapte) care coincide cu primele decade ale lunii august, cerința de apă a porumbului se menține ridicată; în acest interval de timp irigația este foarte necesară întrucât seceta și temperaturile ridicate din august pot provoca șistăvirea boabelor;

✓ în intervalul de timp cuprins între maturitatea în lapte-ceară și maturitatea deplină (obișnuit între ultima decadă a lunii august și sfârșitul lunii septembrie) cerința de apă se diminuează treptat astfel că, în faza maturității irigația nu este absolut necesară; de remarcat că, o bună aprovizionare cu apă a solului la începutul maturității, contribuie la sporirea producției de boabe și mai ales, la creșterea masei verzi, asigurându-se posibilitatea folosirii pentru siloz a cocenilor din cultura porumbului pentru boabe; de asemenea, în rotația grâu-porumb, aplicarea unei udări în perioada coacerii are și avantajul că îmbunătățește condițiile de pregătire a terenului pentru semănatul grâului.

Având în vedere dinamica cerinței de apă a porumbului rezultă că, în ansamblu, perioada critică durează peste 7 săptămâni, începând cu 10 - 15 zile

înainte de înspicare și până la coacerea în lapte-țeară și prin urmare, intervalul de maximă atenție pentru completarea necesarului de apă prin irigație se cuprinde între 20 - 25 iunie și 15 - 20 august.

Porumbul în cultură de vară (cultura a II-a) pentru siloz sau pentru boabe trebuie irigat încă din faza formării rădăcinii, datorită secetei și temperaturilor ridicate din timpul verii.

Fazele înfloritului și formării (umplerii) bobului sunt și la porumbul în cultura a II-a perioade critice pentru umiditate, mai ales că ele coincid cu luna septembrie, de obicei secetoasă.

Porumbul în cultură de vară ajunge la maturitate tehnică în luna octombrie, când brumele timpurii îi întrerup vegetația și prin urmare, recoltatul trebuie făcut imediat după căderea brumei. Recoltarea prematură sau a unui produs depreciat de brumă pot fi evitate aplicând, în zilele când se prognozează scăderea pronunțată a temperaturii aerului, udări prin aspersiune de câte 100 - 200 m³/ha, cu intensitatea foarte redusă.

Elementele regimului de irigare la porumb se diferențiază în funcție de zona pedoclimatică și caracteristicile regimului pluvial local.

Udarea de aprovizionare este justificată în stepă și silvostepă în anii când deficitul de umiditate în sol la sfârșitul perioadei de vegetație nu este acoperit de aportul pluvio-nival din iarnă; se poate aplica primăvara înainte de pregătirea terenului, norma fiind de 800 - 1500 m³/ha.

Norma de irigație variază în stepă și silvostepă între 2800 - 4800 m³/ha iar în zona de câmpie între 1800 - 3000 m³/ha.

Udarea de răsărire se aplică imediat după semănat în primăverile secetoase, când în stratul arabil umiditatea solului este insuficientă, având și rolul de stimulare a efectului erbicidelor reziduale nevolatile; se folosesc norme de 200 - 300 m³/ha pentru umezirea solului pe grosimea de 30 - 40 cm.

Udările în perioada de vegetație încep a fi aplicate, de regulă, după ce plantele de porumb au ajuns în faza de 6 - 8 frunze. Acestea trebuie să asigure umezirea solului pe adâncimea $H = 0,80$ m, la plafoane minime de umiditate de 50% din (IUA) în cazul solurilor cu permeabilitate mijlocie și de 70% din (IUA) pe cele argiloase.

Reducerea în perioada critică a umidității solului sub plafoanele minime amintite determină pierderi de recoltă semnificative.

Mărimea unei norme de udare este în silvostepă și în stepă de 700 - 800 m³/ha iar în zona pădurilor de câmpie, de 600 m³/ha. Schema lunară a udărilor este:

- ✓ - pentru stepă și silvostepă: 0 - 0 - 1 - 2(3) - 1(2) - 0;
- ✓ - pentru zona pădurilor de câmpie: 0 - 0 - 0 - 2(3) - 1(2) - 0.

Așadar, numărul udărilor variază între 4 - 6 în stepă și silvostepă și între 3 - 5 în zona pădurilor de câmpie.

Udările se aplică prin aspersiune și prin brazde.

La aplicarea udărilor prin aspersiune cu instalațiile I.I.A. și I.I.A.M., folosind mutarea manuală, rândurile de porumb se orientează paralel cu antena sau canalul distribuitor de sector, deschizându-se cu freza culoare la distanțe (d_2) corespunzătoare schemei de udare adoptate.

Dacă se folosesc instalații de tipul I.A.T.L.; rândurile de porumb se dispun perpendicular pe antene, culoarele creându-se încă de la semănat sau deschizându-se în timpul vegetației prin suprimarea a 1 - 2 rânduri de plante, în funcție de distanța de semănat și de ecartamentul tractorului.

Pentru udările cu instalația I.A.T.L. - R.T.F. rândurile de porumb se seamănă paralel cu antena iar distanțele între culoare sunt de 72 m sau 96 m, dependente de schema de udare adoptată (18 x 18 m sau 18 x 24 m).

La metoda de udare prin brazde, deschiderea elementelor active de udare se realizează la fiecare interval sau la al 2 - lea interval între rânduri, în funcție de textura solului până când plantele ajung la înălțimea de 80 - 90 cm. Obișnuit, se folosesc instalațiile EUBA-150 sau echipamentul cu conducte flexibile.

Porumbul în cultură de vară reclamă udarea de răsărire imediat după semănat, folosind 250 - 300 m³/ha.

În cursul vegetației se aplică 4 - 6 udări de câte 700 - 800 m³/ha în silvostepă și stepă și de câte 600 m³/ha în zona subumedă, udări încadrate de regulă, în următoarea schemă lunară: 0 - 0 - 0 - 2(3) - 2(3) - 0. La porumbul cultivat pentru boabe nu este recomandabil să se aplice udări în luna septembrie, pentru a se evita întârzierea ajungerii plantelor la maturitate.

12.2 Irigarea grâului de toamnă

Pe suprafețele arabile irigate din țara noastră grâul de toamnă ocupă în structura culturilor aproximativ 25%.

Comparativ cu alte plante cultivate pe terenurile irigate, pentru grâul de toamnă sunt necesare norme de irigație mai mici și udări mai puține întrucât 70 -

75 % din consumul de apă existente în sol din precipitații. Totuși, grâul de toamnă reacționează pozitiv la irigație, cu deosebire în anii secetoși.

Cerința de apă a grâului în perioada de toamnă este relativ mică dar pentru a se favoriza răsărirea rapidă, înrădăcinarea, înfrățirea până la venirea iernii și criptovegetația, dacă, firește, semănatul s-a făcut în epoca optimă, trebuie să se asigure o bună aprovizionare cu apă a solului; în aceste condiții, primăvara grâul pornește viguros în vegetație, cu efecte pozitive asupra densității spicelor recoltabile.

În faza de alungire a paiului până la înspicare, cerința de apă a grâului de toamnă crește progresiv, ajungând maximă ($32 - 42 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{zi}$) în fazele: înflorit - polenizare - fecundare.

În primăverile secetoase care urmează după ierni lipsite de zăpadă sau cu precipitații puține - cazuri frecvente în zonele de stepă și silvostepă - irigarea grâului de toamnă în faza de alungire a paiului este necesară.

Perioada între înflorit - fecundare constituie faza critică principală pentru umiditate a grâului de toamnă, care coincide calendaristic cu ultimele decade ale lunii mai. De regulă, ploile din luna mai satisfac cerința de apă în faza înspicării.

Faza formării bobului de grâu se caracterizează, de asemenea, prin cerință mare pentru apă. Insuficiența apei în această perioadă (aproximativ luna iunie - începutul lunii iulie) determină șistăvirea boabelor, mai ales în cazul temperaturilor ridicate și a vânturilor uscate.

În faza maturizării, cerința de apă a grâului de toamnă scade treptat, reducându-se complet la maturitatea deplină.

Elementele regimului de irigare se stabilesc având în vedere că, oportunitatea irigării grâului se poate manifesta atât toamna cât și în cursul vegetației din anul următor.

Toamna, irigarea se face, fie ca udare de aprovizionare, fie ca udare de răsărire.

Udarea de aprovizionare (de $600 - 1200 \text{ m}^3/\text{ha}$) se aplică în condiții de secetă, când patul germinativ nu poate fi pregătit corespunzător. Funcție de data recoltării plantei premurgătoare, metoda de udare etc, această udare se administrează cu 10 - 14 zile înaintea semănatului, urmărind să se asigure umezirea solului pe adâncimea de 50 - 150 cm, dependent de zona pedoclimatică și aportul de precipitații din cursul iernii. Udarea trebuie să fie distribuită uniform pe întreaga suprafață iar durata aplicării acesteia să fie cât mai scurtă.

Udarea de răsărire se aplică după semănat în toate amenajările de irigație, indiferent de zona pedoclimatică, dacă pregătirea terenului și semănatul s-au putut realiza fără aplicarea udării de aprovizionare. Norma udării de răsărire se calculează astfel încât să umezească solul pe adâncimea de 40 - 50 cm în zonele de stepă și silvostepă și de 30 - 40 cm în zona de tranziție.

Rezultatele cercetărilor efectuate în țara noastră evidențiază rolul precumpănitor al udării de răsărire la grâu. De exemplu, după o perioadă îndelungată de cercetări în Câmpia Brăilei s-a constatat că, udarea de la însămânțarea grâului de toamnă contribuie cu peste 50% la sporul total de producție, în timp ce volumul de apă corespunzător acestei udări reprezintă numai 30% din norma medie de irigare.

Udările în perioada de vegetație din primăvară - vară se aplică dependent de rezerva de apă a solului la ieșirea din iarnă și de precipitațiile care preced fazele cu cerințe mari de apă. Concluziile cercetărilor efectuate într-un număr mare de ani la S. C. A. Mărculești relevă că udarea din toamnă a grâului este, de regulă, suficientă. În cele mai multe cazuri însă se consideră că primăvara trebuie să se aplice grâului de toamnă o singură udare și numai în anii foarte secetoși să fie administrată și o a doua udare, dar nu mai târziu de faza de burduf întrucât udările târzii favorizează apariția bolilor spicului și căderea, iar sporurile de producție nu sunt semnificative.

Normele de udare trebuie să umezească solul pe adâncimea de 50 cm, se aplică la plafonul umidității optime în funcție de textura solului (50 - 70 % din IUA) și au valori de 500 - 600 m³/ha, în funcție de zona climatică.

Norma de irigație variază, în general, între 600 - 1800 m³/ha în stepă și silvostepă și între 500 - 1000 m³/ha în zona pădurilor de câmpie.

Metoda de udare obișnuită este aspersiunea. Se folosesc instalațiile autodeplasabile IAT - 300 și IAT - 400 cu aspersoare ASJ-1 M, echipate cu duze de 7 mm (pentru udările de răsărire se folosesc duze mai mici). De asemenea, udările se realizează cu instalațiile I.I.A. și I.I.A.M. echipate cu aspersoare ASJ - 1 M și respectiv ASM-1 M (cu duza de 8,5 mm).

Schema de udare este 18 x 18 m sau 18 x 24 m.

Pentru irigarea grâului se mai poate folosi și metoda de udare prin fâșii, dar trebuie să se asigure o nivelare foarte bună a terenului.

Cu mare eficiență se poate aplica udarea prin corugate.

Întrebări recapitulative

- ▶ În care fază de vegetație manifestă porumbul cerința maximă pentru apă ?
- ▶ Ce valoare are norma de irigație la porumbul cultivat în zona de silvostepă ?
- ▶ În ce condiții este necesară udarea de aprovizionare la grâul de toamnă ?
- ▶ Care instalații de aspersiune pot fi utilizate pentru irigarea culturii de grâu ?

Referate:

1. Elementele regimului de irigare a culturilor

Să se stabilească norma de irigație, norma de udare, numărul și momentele de aplicare a udărilor la o cultură de porumb, înființată în zona de silvostepă din Podișul Moldovei (stația meteo Podu-Iloaiei).

Solul este un cernoziom cambic cu textură lutoasă la care se cunosc:

- pentru adâncimea $H = 50$ cm: $DA = 1,24 \text{ t/m}^3$; $CC = 26,7 \% \text{ g/g}$; $CO = 9,9 \% \text{ g/g}$;
- pentru adâncimea $H = 100$ cm: $DA = 1,32 \text{ t/m}^3$; $CC = 25,9 \% \text{ g/g}$; $CO = 10,4 \% \text{ g/g}$;
- pentru adâncimea $H = 150$ cm: $DA = 1,36 \text{ t/m}^3$; $CC = 25,5 \% \text{ g/g}$; $CO = 9,2 \% \text{ g/g}$.

Apa freatică se găsește la adâncime mai mare de 10 m.

Precipitațiile și temperaturile lunare medii multianuale înregistrate în perioada 1892 - 2002 sunt:

Luna	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
P (mm)	26,8	24,4	24,8	37,6	53,6	74,5	67,0	54,1	36,2	32,2	30,8	25,2
T (°C)	-4,4	-1,6	2,5	10,0	15,8	18,9	20,4	19,4	15,3	9,8	4,6	-0,9

2. Regimul de irigație și elementele tehnice ale udării prin picurare

Să se determine norma de udare, timpul de revenire și durata udării aplicate prin picurare într-o plantație de viță de vie.

Indicii fizici și hidrofizici ai solului (sol bălan cu textura luto-nisipoasă), valori medii pe adâncimea stratului fiziologic activ, sunt: $DA = 1,28 \text{ g/cm}^3$, $CO = 7,4 \% \text{ g/g}$, $CC = 23,9 \% \text{ g/g}$.

Consumul mediu de apă în luna de vârf în cazul metodelor clasice de udare are valoarea $ETRO_{zi} = 45 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{zi}$ iar precipitațiile medii zilnice $P_{zi} = 0,75 \text{ mm}$. Frația din intervalul umidității active (IUA) care trebuie umezită este 0,30. Proporția de sol care trebuie umezit este de 48 % iar distanțele de plantare $2 \times 1,2 \text{ m}$.

Debitul picurătorului este $q_p = 4 \text{ l/h}$ iar randamentul udării în câmp $\eta_c = 95 \%$.

SINTEZĂ BIBLIOGRAFICĂ

1. Albineț E., Crețu A., 1985 - *Îndrumător practic de irigare a culturilor*, A.M.M.D., Universitatea Agronomică Iași.
2. Bailey R., 1990 - *Irrigated crops and their management*, Farming Press Books, Ipswich
3. Blidaru, V. și colab., 1997 - *Amenajări de irigații și drenaje*, Editura Interprint, București.
4. Bonciarelli F., Bonciarelli U., 1998 - *Agronomia*, Edagricole, Bologna.
5. Bucur D., 2002 - *Aspecte referitoare la măsurile de prevenire și combatere a eroziunii solului pe terenurile în pantă irigate din Câmpia Moldovei*, Cercetări agronomice în Moldova, vol. 1-2, Iași.
6. Bucur D., Savu P., Filipov F., Ailincăi C., 1998 - *Contributions to the study of economical and ecological implications of the utilization of irrigated sloping lands in Moldova Plain*, Proc. Int. Conf. on Soil Conditions and crop Production, 180÷183, Gödöllő University of Agricultural Sciens, Hungary.
7. Canarache, A., 1992 - *Fizica terenurilor agricole*, Editura Ceres, București.
8. Cazacu, E., V. Dobre, I. Mihnea, Gh. Pricop, M. Roșca, E. Sârbu, I. Stanciu, A. Wehry, 1989 - *Irigații*, Editura Ceres, București.
9. Cazacu, E., M. Dorobanțu, I. Georgescu, E. Sârbu, 1982 - *Amenajări de irigații*, Editura Ceres, București.
10. Dăscălescu, N., 1979 - *Distribuția rațională a apei în rețelele de canale pentru irigații*, Editura Ceres, București.
11. Grumeza, N., O. Mercuriev, C. Klepș, 1987 - *Folosirea rațională a apei în exploatarea amenajărilor de irigații*, Redacția de propagandă agricolă, București.
12. Grumeza N., Mercuriev O., Klepș K., 1989 - *Proгноza și avertizarea aplicării udărilor în sistemele de irigații*, Editura Ceres, București.
13. Hâncu, S., P. Stănescu, Gh. Platagea, 1971 - *Hidrologie agricolă*, Editura Ceres, București.
14. Ionescu-Sisești Vl. și colab., 1982 - *Irigarea culturilor*, Editura Ceres, București.
15. Lup, A., 1997 - *Irigațiile în agricultura României*, Editura Agris, București
16. Mateescu, Cr., 1961 - *Hidraulica*, Editura de Stat Didactică și Pedagogică, București.

17. Mureșan, D., I. Pleșa, N. Onu, P. Savu, Z. Nagy, I. Jinga, Al. Teodoroiu, I. Păltineanu, I. Toma, I. Vasilescu, 1992 - *Irigații, desecări și combaterea eroziunii solului* (cap. VI - XII), Editura Didactică și Pedagogică, București.
18. Onisie, T., G. Jităreanu, 1999 - *Agrotehnica*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
19. Pleșa, I, Cîmpeanu S., 2001 - *Îmbunătățiri funciare*, Editura Cris Book Universal, București.
20. Popescu, Ch., D. Bucur, 1999 - *Apa și producția vegetală*, Editura „Gh. Asachi”, Iași.
21. Popescu Ch., Bucur D., 1999 - *Irigarea culturilor și protecția mediului*, Cercetări agronomice în Moldova, vol. 3-4, Iași.
22. Rieul, L., 1992 - *Irrigation - guide pratique*, Cemagref, Paris.
23. Savu P., 1993 - *Irigarea culturilor*, A.M.D., Universitatea Agronomică, Iași.
24. Savu, P., D. Bucur, 2002 - *Organizarea și amenajarea teritoriului agricol cu lucrări de îmbunătățiri funciare*, Editura “Ion Ionescu de la Brad”, Iași
25. Savu, P., D. Bucur, O. Tomiță, 1999 - *Îndrumător pentru lucrări practice de îmbunătățiri funciare*, Editura “Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
26. Soltner D., 1992 - *Les bases de la production végétale*, Imprimerie Siradeau & Cie, Angers.
27. *** - *Instrucțiuni tehnice privind metodologia de determinare a necesarului de apă de irigație al culturilor agricole*, I.C.I.T.I.D. Băneasa, Giurgiu, D.G.E.I.F.C.A. București, 1986.